COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUILLET 1875.

PRÉSIDENCE DE M. FREMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Le Verrier**, à la suite du procès-verbal, fait remarquer que l'article de M. Ch. Sainte-Claire Deville, mentionné au procès-verbal et inséré à la page 28 des *Comptes rendus*, n'a pas été lu à la séance.

Ce qui est contraire à la règle, du moment que M. Deville attaque dans cette Note M. Le Verrier qui ne s'était occupé en rien de lui.

Note de M. **E. Chevreul** *sur l'Explication de nombreux phénomènes qui sont une conséquence de la vieillesse.* 3e Mémoire; 4e Extrait. (Fin.)

2e fait : *Caractères distinctifs des trois couleurs dites primitives, le bleu, le jaune et le rouge.*

« L'analyse mentale des qualités optiques spéciales portées au maximum dans les lumières colorées *bleu*, *jaune* et *rouge*, et formulées dans les termes suivants, me permet d'exposer de la manière la plus satisfaisante les raisons pour lesquelles un fond *vert* est de tous les fonds, *rouge*, *orangé*, *jaune*, *bleu* et *violet*, celui qui modifie le plus le *gris* que ces fonds circon-

scrivent respectivement, et d'apprécier en même temps la manière dont les autres fonds le modifient chacun à sa manière, en ayant égard à la fois au *ton* et à la *couleur*.

» Le *bleu* est la couleur la *plus obscure*, la plus rapprochée du noir, justifiant ainsi les expressions d'artistes et d'ouvriers qui l'appellent un *noir clair*, tandis qu'ils appellent le *noir* un *bleu foncé*.

» La preuve en est qu'on peut avoir un bleu foncé sans bruniture, constituant le dix-huitième ton d'une gamme de vingt tons.

» Le *jaune*, étant au blanc ce que le bleu est au noir, est la couleur qui éclaircit, qui illumine le plus les couleurs auxquelles on le mêle; il est donc bien le contraire du bleu qui les assombrit en s'y mêlant. En outre il n'est guère possible de trouver un jaune s'élevant au douzième ton qui ne soit pas rouge.

» Le *rouge*, intermédiaire entre le bleu et le jaune, a une intensité comme *couleur spéciale* qui le distingue du bleu et du jaune, et qui, au point de vue du *ton*, est bien intermédiaire entre eux; il a donc en définitive comme couleur spéciale une intensité tout à fait supérieure.

» Enfin on ne peut guère dépasser le quinzième ton avec le rouge pur de rabat.

» Maintenant une première conséquence de ces faits, qui, je crois, n'ont jamais été ni démontrés, ni même énoncés, c'est qu'on ne peut faire un cercle chromatique harmonieux sans tenir compte des faits précédents, lorsqu'il s'agit de copier des tableaux aussi fidèlement qu'on peut le faire avec des matières colorées d'une étendue sensible, c'est-à-dire qu'il faut commencer par faire la gamme du jaune en usant du jaune pur jusqu'au douzième ton, s'il est possible.

» Pour opérer la gamme du rouge, on commence à la rabattre au treizième ton, puis on la monte jusqu'au vingtième ton avec une bruniture.

» Opérer d'une manière analogue avec la gamme bleue à partir du treizième ton jusqu'au vingtième.

» Afin de bien apprécier la conséquence de ce qui précède, c'est de voir les tons non rabattus du bleu, du rouge et du jaune contigus respectivement à leur seizième ton qui l'est beaucoup; *simple contraste de ton* entre le bleu et son seizième ton; *contraste de ton et contraste de nuance* entre le rouge et son seizième ton; celui-ci, rendu violâtre par le noir qui le rabat, rappelle un cramoisi ou un violet rouge relativement au rouge clair.

» Enfin le *jaune* contigu à son seizième ton présente un contraste extrême de ton, et son seizième ton est si obscur qu'il paraît privé de jaune par l'effet du contraste de couleur.

» Quant à ce que j'ai dit des modifications du gris, il suffit de regarder le même gris sur des fonds rouge, orangé, jaune, vert, bleu et violet, et j'ajoute qu'on peut se représenter le gris par du blanc mêlé de noir, ou, ce qui revient au même, par du bleu terne.

» Le tableau suivant représente les faits et leur interprétation.

	FAITS.	INTERPRÉTATION DES FAITS.
Le gris formé de *blanc* et de *noir* ou de *bleu terne* paraît :	*Verdâtre* sur fond *rouge*, dont la complémentaire est le *vert*.	*Vert* = *bleu* + *jaune*. Le *bleu* s'ajoute au bleu terne du gris, le renforce en l'épurant. Le *jaune*, s'ajoutant aux deux bleus, les verdit en les éclairant.
	Bleuâtre sur fond *orangé*, dont la complémentaire est le *bleu*.	*Bleu*. En s'ajoutant au bleu terne du gris, il le renforce en l'épurant.
	Bleu violâtre sur fond *jaune*, dont la complémentaire est le *violet*.	*Violet* = *bleu* + *rouge*. Le *bleu* s'ajoute au bleu terne du gris, le renforce en l'épurant. Le *rouge* s'y ajoutant donne une teinte de violet plus intense que le vert produit par le jaune qui s'ajoute au gris sur fond rouge.
	Rouge violâtre sur fond *vert*, dont la complémentaire est le *rouge*.	*Rouge*. Comme couleur la plus intense, il modifie d'autant plus le gris qu'il ne le renforce pas comme les complémentaires précédentes, seulement le noir terne du gris le violette un peu.
	Orangeâtre sur fond *bleu*, dont la complémentaire est l'*orangé*.	*Orangé* = *rouge* + *jaune*. Le *rouge* en s'ajoutant au bleu terne du gris produit du violâtre. Le *jaune* ternit doublement le violâtre en l'éclairant et le rabattant comme complémentaire.
	Verdâtre sur fond *violet*, dont la complémentaire est le *jaune*.	*Jaune*. Comme couleur la moins intense et la plus éclairante, il fait avec un bleu terne une couleur verdâtre faible de ton.

CONCLUSION.

» Les complémentaires du *vert*, du *bleu* et du *violet* dépourvues de

bleu ne renforcent pas le *bleu terne* du gris comme le font les complémentaires du *rouge*, de l'*orangé* et du *jaune* qui en contiennent.

» Si l'on me demandait ce qui arriverait si l'on regardait sur des fonds de couleur des dessins non plus formés d'un mélange de matière noire et de matière blanche, mais des *dessins blancs* qui seraient vus plus ou moins ombrés par le fait même de l'affaiblissement de la lumière qui les éclaire, relativement aux yeux de l'observateur, voici ce que je répondrais :

» J'ai institué une expérience conforme à ce que je viens de dire en faisant usage de figures identiques de forme aux *figures grises*, dont le tableau précédent donne les modifications produites par les complémentaires des fonds *rouge*, *orangé*, *jaune*, *vert*, *bleu* et *violet;* mais ces figures étaient en *feuilles de platine* fixées sur des fonds de mêmes couleurs que celles des dessins gris.

» Rien de plus instructif que de poser sur le plan horizontal d'une table les dessins de platine de manière qu'ils soient éclairés directement par la lumière d'une fenêtre ouverte. En les regardant par la lumière qu'ils réfléchissent spéculairement, ils ont le brillant métallique du platine. Que l'on quitte cette position et que l'on marche lentement en les regardant de côté jusqu'à ce qu'on soit parvenu le dos tourné à la lumière, dans une position diamétralement opposée à celle où on les voyait d'un blanc métallique par la lumière réfléchie, alors ils paraîtront noirs ou à peu près; mais, dans les positions intermédiaires, ils paraîtront de la couleur complémentaire des fonds respectifs qui les entourent, et en les regardant de manière à voir les modifications complémentaires de la manière la plus frappante, par exemple, en les regardant perpendiculairement, on verra le platine d'une couleur pure ou à peu près, parce que, il faut bien le reconnaître, une lumière affaiblie tend toujours à teinter de bleuâtre une surface qui ne le paraît pas quand elle est éclairée par une lumière plus intense. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Les désastres de l'ouragan de 1860, près de la Réunion, sont-ils imputables aux lois cycloniques?* par M. FAYE.

« L'ouragan du 25 février 1860 a produit de grands désastres dans les parages de la Réunion. Sur quarante et un navires qui ont dû dérader à l'approche de la tempête, quatre seulement ont réussi à atteindre le bord maniable du cyclone et à échapper au péril; les autres n'ont pu doubler le centre; ils s'y sont perdus corps et biens, ou sont allés échouer sur les côtes de Madagascar, ou revinrent au port désemparés : cinquante-cinq

hommes de mer périrent dans cet affreux sinistre. On affirme aujourd'hui que, d'après les lois cycloniques, l'île de la Réunion devait se trouver sur la trajectoire centrale du cyclone; qu'en fait le centre a passé à 135 milles au nord-nord-ouest ; qu'en conséquence les manœuvres indiquées par cette théorie ont fatalement compromis les navires mauvais marcheurs.

» Il y a plus, le directeur de l'Observatoire de l'île voisine de Maurice, M. Meldrum, après douze années de sérieuses études, s'est décidé à contester la circularité des cyclones. Sa brochure, dans laquelle il révèle avec soin les circonstances fatales de la tempête de 1860 et met en cause non-seulement les lois cycloniques, mais même le capitaine de port de Saint-Denis (Réunion), M. Bridet, auteur d'un Traité de cyclonomie justement estimé, a été traduite en français par les soins du Ministère de la Marine, et distribuée aux officiers de notre flotte. On a voulu ainsi placer sous leurs yeux quelques pièces de ce procès.

» Voici les conclusions de M. Meldrum :

« Les modifications indiquées ne détruisent pas entièrement la théorie générale des tempêtes, telle qu'elle a été donnée par Redfield et Reid pour l'Amérique, par Piddington et Thom pour Calcutta et Maurice. C'est en quelque sorte un moyen terme entre les idées du professeur Espy et la théorie circulaire. »

» D'autre part, M. le capitaine de frégate Ansart, qui commandait un des navires engagés dans la tempête de 1860, propose nettement, dans la *Revue maritime et coloniale*, le rejet complet de la théorie circulaire, et substitue, dans le diagramme centripète de M. Meldrum, des arcs d'ellipse aux spirales de ce dernier auteur.

» Étant en ce moment seul à prendre la défense des lois cycloniques, je prie l'Académie, vu la gravité du débat, de m'accorder la permission de traiter à fond la question ainsi engagée. Dans cette Note j'examinerai les faits avancés par M. Meldrum; je montrerai que les déviations qu'il signale par rapport à la forme cyclonique sont purement apparentes, en sorte que ses diagrammes, interprétés à l'aide des règles élémentaires de la composition des vitesses, fournissent de nouvelles preuves très-frappantes de la théorie circulaire; puis je ferai voir que le cas très-particulier de l'ouragan de 1860, tel qu'il s'est présenté pendant deux jours, le 24 et le 25 février à la Réunion, s'explique aisément, non pas en altérant les règles cycloniques, mais en y introduisant un élément propre à cette région du globe. Il me faudra enfin, pour compléter ma démonstration, montrer dans une autre séance ce qu'est et ce que vaut réellement le fameux théo-

rème météorologique de M. Espy, dont l'influence domine aujourd'hui encore la Météorologie, comme on vient de le voir.

» Les faits cités par M. Meldrum consistent en ce que les diagrammes circulaires, appliqués dans les parages de la Réunion et de Maurice, ne satisfont aux directions du vent qu'à petite distance du centre. C'est pourquoi M. Meldrum reconnaît là, fort expressément, la figure circulaire, bien que dans ses dessins théoriques il ne l'ait pas conservée. Dans ces mêmes faits, je remarque une autre coïncidence qui a échappé à M. Meldrum : c'est que la circularité se retrouve encore très-nettement à l'avant du cyclone, non plus près du centre, mais à toute distance et jusqu'au bord. A l'arrière, au contraire, mais loin du centre, les flèches du vent forment un groupe parallèle dirigé effectivement, comme le dit le savant auteur, vers la région centrale. Enfin, entre l'arrière et l'avant, et loin du centre, elles ont une direction intermédiaire entre celles de la théorie centripète et celles de la circulaire. M. Meldrum, qui n'a pas remarqué la circularité si frappante de l'avant et du bord maniable, en conclut que le vent est partout centripète et suit, en convergeant vers le centre, des spirales dont la courbure est absolument arbitraire. Celles de M. Espy sont à peu près droites; celles de M. Mohn font un quart de tour du bord au centre; celles de M. Meldrum sont censées s'enrouler un nombre de fois indéterminé autour du centre. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les deux diagrammes qu'il a publiés dans sa brochure, pour voir que cette vague hypothèse, malgré son élasticité, est incapable de satisfaire aux observations. C'est bien, du reste, ce qu'on devait attendre d'un compromis entre une erreur complète et la vérité; et le moindre inconvénient qui en résulte pour notre marine, c'est de faire croire à nos officiers qu'en ces matières l'étude et la Science sont impuissantes.

» Ces déviations, dont la marche systématique m'avait frappé, ne peuvent contre-balancer dans aucun esprit libre de préjugés l'immense quantité de faits sur lesquels les célèbres auteurs cités par M. Meldrum ont fondé la loi de circularité des cyclones. Je les ai donc considérées comme une de ces déformations plus ou moins accidentelles dont les grands mouvements tournants sont susceptibles, et sur lesquels je me proposais de revenir plus tard, afin d'étendre ou de perfectionner une théorie déjà solidement fondée; mais, comme on en exagère aujourd'hui la portée, comme on ne tend à rien moins qu'à faire regarder des exceptions comme la règle, il faut bien les aborder sérieusement et montrer qu'elles la confirment.

» Et, d'abord, puisqu'elles ne se présentent pas dans les autres pays ou

qu'elles s'y noient, du moins, dans la masse des faits réguliers, il doit y avoir là quelque chose de spécial à la région où on les signale. Rapprochons donc les faits qui caractérisent cette région du globe :

» 1° Dans un cyclone austral l'air tourne dans la direction des aiguilles d'une montre ;

» 2° La marche des cyclones est vers le sud-ouest à peu près, *dans la région considérée*.

» 3° Les alizés y soufflent du sud-est, par conséquent dans un sens grossièrement perpendiculaire aux trajectoires cycloniques.

» 4° A l'avant d'un cyclone, dans la région considérée, la gyration circulaire n'est pas altérée, ainsi que je viens de le faire remarquer.

» 5° A l'avant d'un cyclone, les alizés soufflent souvent en coup de vent, d'après une ancienne remarque de M. Meldrum qui ne paraît pas en avoir tiré parti.

» 6° A l'arrière, encore suivant M. Meldrum, le mouvement gyratoire paraît être remplacé par un mouvement centripète.

» Il est évident qu'à l'avant d'un cyclone le vent cyclonique souffle dans le sens des alizés : ces deux vents s'ajoutent donc, et c'est ainsi que l'alizé sud-est souffle là en tempête. Et, comme la composition de ces deux vitesses n'en altère pas sensiblement la direction sur une certaine étendue du pourtour du cyclone, là, sa circularité n'est point altérée; ailleurs, l'effet sera différent.

» A l'arrière, au contraire, l'alizé se trouvera diamétralement opposé au vent du cyclone. Si ces deux vents sont égaux, ce qui peut arriver à peu près, aux confins d'un cyclone de grande étendue, ils se détruiront mutuellement, et il ne restera plus que la vitesse de translation du cyclone lui-même. Or celle-ci est précisément dirigée vers le centre (1).

» Ainsi, de l'examen des faits, on voit déjà naître cette idée que les déformations signalées par M. Meldrum peuvent n'être qu'apparentes, qu'elles peuvent tenir simplement à ce que la région qu'il a si bien explorée est celle des alizés, et que les cyclones, formés dans les courants supérieurs et entraînés par eux dans une direction perpendiculaire aux alizés, ren-

---

(1) A l'avant il faudrait tenir compte de cette vitesse de translation tout comme à l'arrière, car elle y produit une sorte de refoulement ; mais, comme celle de gyration est augmentée de celle des alizés, la déviation due à cette cause ne sera pas remarquée de prime abord. Il en serait de même *a fortiori* si l'influence des alizés pouvait se faire sentir dans les régions centrales, où la violence de la gyration est extrême.

contrent en descendant dans les couches inférieures un mouvement d'ensemble vers le sud-est, insignifiant sans doute vis-à-vis de l'énergique gyration centrale, mais pas du tout insignifiant vis-à-vis de la gyration du bord opposé à ces vents réguliers. En dehors des alizés cette complication n'existe pas, sans quoi nous ignorerions probablement les admirables lois des tempêtes. Pour que cette complication locale nous fût révélée, il a fallu que les observateurs de la Réunion et ceux de l'île Maurice, placés si souvent en face de ces dangers, dans une région spéciale, en discutassent continuellement et contradictoirement les effets.

» Mais ce n'est encore qu'un aperçu : il nous faut vérifier cela sur les exemples mêmes de M. Meldrum. Je prends en premier lieu sa carte de la tempête, du 16 mai 1863, et je la place sous les yeux de l'Académie. Et d'abord, sur cette carte, la circularité des flèches voisines du centre saute aux yeux : il n'y a pas moyen de rêver à quoi que ce soit de centripète ; aussi M. Meldrum s'est-il vu forcé de faire une concession à la théorie circulaire. Bornons-nous pour le moment à en prendre acte contre ceux qui prétendent pousser la théorie centripète jusqu'au bout. A l'avant du cyclone, il en est de même : je veux dire que les flèches sont dans la position voulue, à peu près perpendiculaires aux rayons, et il en est de même à l'est et au nord; mais, dans la région opposée, loin du centre, le mouvement circulaire est contre-balancé en grande partie par l'alizé ; il ne reste donc plus que la vitesse de translation, augmentée de la résultante des deux premiers vents, là où ils ne sont pas tout à fait opposés l'un à l'autre. C'est ainsi que les flèches de l'*Alice Maud*, du *Scinde*, de l'infortuné *Earl Dalhousie* sont dirigées vers le centre, et que celles de l'*Adela* et même du *Herald* s'expliquent malgré leurs fortes déviations (1).

» Ainsi, avec cette simple remarque qu'il convient de tenir compte des alizés sur le pourtour exposé à ces vents, on constate que la tempête du 16 mai a été réellement circulaire, pourvu qu'on entende ce mot dans un sens pratique : je veux dire qu'on veuille bien tenir compte des erreurs inévitables d'observations faites parfois dans les circonstances les plus critiques, et de l'incertitude inhérente à quelques données (2).

---

(1) La seule difficulté serait la force du vent au second et au troisième navire, mais les indications de ce genre ne sont pas très-sûres : au second je trouve, après midi, vent de nord-est mollissant, et au troisième, pas d'indication pour midi. Je juge d'ailleurs de la vitesse de translation par le chemin fait par le centre du 15 au 16 mai.

(2) Il ne faut pas oublier que les directions du vent relevées sur un registre de bord peuvent être parfois en erreur de deux ou même de trois quarts. Il serait à désirer qu'on y mît plus de précision.

» Passons à la tempête du 25 février 1860. Ici nous n'avons plus de vaisseaux juste à l'arrière du cyclone, et il n'y en a qu'un près du centre. De plus, il nous faut commencer par rectifier ce dernier point qui n'est pas bien placé sur la carte de M. Meldrum. Nous connaissons, en effet, très-bien la route complète de cet ouragan, depuis le 26 février jusqu'au 28, par les travaux de M. Bridet. J'en conclus que, le 25, à midi, le centre devait se trouver un peu à l'est du nord de Saint-Denis, par 18 degrés de latitude et 53°,4 de longitude, la trajectoire faisant un angle de 25 degrés environ avec les parallèles. De plus, il y a erreur de position pour le vaisseau *le Chêne*, ce qui n'a rien d'étonnant d'après l'histoire de ce malheureux navire.

» Cela posé, à l'avant du cyclone, les flèches de l'*Emily Smith* et du *Swallow* sont bien placées ; il en est de même à l'ouest. Près du centre, la flèche de la *Johanne* est parfaite. A l'est-sud-est, bien plus loin du centre, nous voyons reparaître l'anomalie signalée par M. Meldrum; mais, à la distance où le centre se trouvait de l'île Maurice et surtout de la *Bahiana* et du *Jemmy*, la gyration était bien moins forte que pour la *Johanne*, et comparable avec celle de l'alizé : en tenant compte de ce dernier, on retrouve le mouvement gyratoire assez bien caractérisé. Restent la flèche de Saint-Denis et celle du *Phœnix*. J'ignore pourquoi on s'obstine à dire et à graver que le vent soufflait du sud-est à la Réunion. D'après les relations que j'ai sous les yeux pour divers points de l'île, il s'agirait uniquement de vents de est-sud-est à est. Faut-il croire que ces vents-là sont altérés à Saint-Denis par la chaîne de montagnes qui sert d'arête à l'île dans la direction du sud-est au nord-ouest? Avec cette rectification et l'influence de l'alizé, il n'y a plus d'anomalie. Quant au *Phœnix*, placé au nord dans une position inaccessible aux alizés, à cause de l'obstacle même du cyclone, il n'y a plus à tenir compte que du mouvement de translation pour rendre la rotation manifeste (1).

» Ces exemples suffiraient déjà s'il s'agissait d'établir pour la première fois la circularité des ouragans des mers de l'Inde; mais cette circularité générale est depuis longtemps démontrée, et il ne s'agit ici que d'écarter

(1) Il nous a fallu ici faire deux corrections aux données de M. Meldrum : j'éprouve donc le besoin de dire que le même ouragan, pris le lendemain 26 par M. le capitaine Bridet, lui a servi de type pour mettre en pleine évidence le caractère cyclonique au moyen de vingt-deux flèches qui sont, il est vrai, bien plus voisines du centre que dans les cartes de M. Meldrum.

des objections ou plutôt d'expliquer quelques déviations apparentes, très-curieuses sans doute, mais dont on a tort de tirer, par un singulier abus du raisonnement, la condamnation d'une loi de la nature. J'en tirerai une conclusion pratique que je soumets aux navigateurs :

» *Pour déterminer le centre d'un cyclone dans la région des vents alizés, si l'observateur se trouve près du bord dans le demi-cercle exposé à ces vents, il devra appliquer la règle habituelle, non pas au vent qu'il reçoit, mais à celui qui, composé avec l'alizé connu, donnerait pour résultante le vent observé en grandeur et en direction.*

» *Quand on aura obtenu graphiquement deux déterminations du centre suffisamment distinctes, on corrigera, s'il y a lieu, ces premières constructions en y introduisant la vitesse de translation.*

» Dans certains cas très-particuliers la composition de ces trois différentes vitesses peut donner une résultante qui, d'heure en heure et même pendant un jour entier, ne varie que de grandeur et presque pas de direction. Si elle va en augmentant tandis que le baromètre baisse peu à peu et que la mer devient de plus en plus houleuse, on en conclura, d'après les préceptes habituels, que le lieu de l'observateur se trouve sur la trajectoire du cyclone, tandis que celui-ci, en fait, suivra une marche très-différente. C'est précisément ce qui est arrivé, du 24 au 25 février 1860, à la Réunion. La faute n'en est pas à la théorie cyclonique, comme le pense M. Meldrum : elle tient à ce que les auteurs des lois des tempêtes n'avaient pas eu à se préoccuper très-spécialement des vents alizés et n'ont même pas songé à en défalquer l'action. Celle-ci, au contraire, est très-prononcée dans les mers de la Réunion et de Maurice. M. Meldrum aura le mérite d'en avoir signalé les effets, bien qu'il les rapporte à une fausse théorie. Ici, du moins, nous avons eu à discuter des faits saisissables et non de pures hypothèses. Il ne me reste plus qu'à apprécier le si célèbre théorème de M. Espy, que l'on retrouve toujours au fond de ces débats. »

M. J. **Bertrand**, à l'occasion de la seconde édition de l'ouvrage du P. Secchi, sur le *Soleil*, présentée dans la dernière séance, appelle l'attention de l'Académie sur un passage dans lequel son nom se trouve prononcé.

« J'avais cru, dit-il, devoir signaler, dans un article inséré au *Journal des Savants*, une erreur théorique formellement avancée dans la première édition; apprenant qu'une seconde édition était sous presse, j'ai signalé le

passage au savant observateur romain, en supposant qu'il le supprimerait et qu'il n'en serait plus question.

» Le P. Secchi, dans l'édition nouvelle, se borne à proposer comme conjecture ce qu'il avait affirmé comme certain. Après avoir ainsi changé son propre texte, ce qui est très-légitime, il y oppose, ce qui l'est beaucoup moins, la critique adressée au texte ancien et croit pouvoir, par là, convaincre le lecteur, que rien n'avertit du changement, d'une sévérité exagérée chez son contradicteur.

» On lisait, dans la première édition, page 104 :

Supposons qu'une masse de matière soit amenée par une cause quelconque vers la surface, elle y arrivera avec un excès de vitesse.

» A cette assertion si formelle, la seconde édition substitue la conjecture suivante :

Ce phénomène s'expliquerait parfaitement en admettant qu'une masse de matière, lancée de l'intérieur du Soleil, arrive à la surface avec un excès de vitesse (seconde édition, page 154.)

» Pour que la critique, textuellement reproduite, devienne trop sévère, il suffit dès lors que l'assertion proposée dans la première édition comme certaine ne soit pas absolument impossible.

» Il y a plus, j'avais invoqué le principe des aires pour prouver que la molécule ne conserve pas nécessairement sa vitesse; or le principe des aires ne s'applique que quand la force est dirigée vers le centre; dans ce cas, l'argument serait sans réplique, le savant auteur en convient; mais, ajoute-t-il, « il n'en sera pas de même si une nouvelle force intervient, » comme nous l'avons bien clairement supposé. »

» En relisant avec attention les pages 105 et 106 de la première édition, auxquelles on renvoie, je n'y puis découvrir l'indication d'aucune force dirigée dans le sens du mouvement et tendant à l'accélérer. Il est dit que le milieu exerçant une résistance considérable ralentit le mouvement; mais, quoique le P. Secchi, en déclarant qu'il a signalé clairement l'intervention d'une force, ne s'arrête pas à en indiquer le sens, je ne puis croire que ce soit cette force retardatrice qu'il invoque pour persuader à son lecteur qu'en affirmant une accélération, il n'a commis aucune inadvertance, et qu'on l'a injustement critiqué. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note de* M. G.-A. HIRN, *relative au Mémoire de M.* Kretz, *sur l'élasticité dans les machines en mouvement.*

« Le tome XXII (nº 15) des *Mémoires de l'Académie des Sciences*, qui vient de paraître, renferme, en date du 24 juillet 1865, un travail remarquable de M. Kretz, sur l'influence et le rôle de l'élasticité des matériaux dans les machines en mouvement. L'auteur y étudie, entre autres, les conséquences de l'allongement des courroies chargées de transmettre le travail.

» Dans le tome I de l'ouvrage de *Thermodynamique* que j'ai récemment publié, j'examine, de mon côté, sous forme incidente, ce dernier phénomène et j'ajoute que je me suis occupé de recherches à ce sujet, *il y a quelques années déjà.*

» Je considère comme de mon devoir envers l'Académie des Sciences et envers M. Kretz d'aller de suite au-devant d'une question de priorité que le public pourrait être tenté d'établir entre M. Kretz et moi, et de résoudre aux dépens de l'un de nous. Je vais montrer qu'une semblable discussion n'aurait aucun fondement.

» Il y a effectivement seize ans (1859) que je me suis occupé du phénomène de l'allongement des courroies, et que j'ai construit l'appareil de démonstration que je décris (page 11) dans mon ouvrage. Mais je n'ai rien écrit ni rien publié de ces recherches; je me suis borné à en donner une communication verbale à M. Reuleaux, alors professeur de Mécanique à l'École Polytechnique de Zurich. Mes recherches, en un mot, sont restées de fait en portefeuille, et n'ont reçu leur publicité qu'avec mon nouvel ouvrage de 1875. *Toute revendication de priorité de ma part vis-à-vis de M. Kretz serait donc absolument nulle et non avenue.*

» A peine ai-je besoin de dire que M. Kretz, dont, d'ailleurs, un premier Mémoire avait paru déjà en 1861, n'a pas pu avoir la moindre connaissance de ce que j'avais fait dans la même voie que lui; j'ajoute même que, depuis que j'ai la satisfaction d'être lié d'amitié avec lui, je n'ai jamais eu occasion de lui parler de mes anciennes expériences.

» On me demandera, sans doute, pourquoi, venant à parler des effets de l'allongement des courroies, je n'ai pas cité les travaux de M. Kretz. La raison en est naturelle : nous nous sommes occupés, à la vérité, du même phénomène, mais nous l'avions étudié et analysé à deux points de vue si différents qu'un parallèle entre eux serait presque un non-sens. »

M. de Lesseps, à l'occasion de l'Exposition universelle de Géographie, s'exprime comme il suit :

« Je viens de parcourir les salles du Louvre consacrées à la prochaine Exposition universelle de Géographie. J'ai remarqué l'absence du grand ouvrage descriptif de l'Égypte, ce beau monument laissé au commencement du siècle par des savants qui ont illustré l'Institut de France.

» J'ai l'honneur de proposer à l'Académie d'envoyer à M. le baron Reille, commissaire général de l'Exposition, pour être placé dans l'une des salles réservées à la France, l'exemplaire qui se trouve à la Bibliothèque de l'Institut. »

M. Levasseur présente à l'Académie une Carte des chemins de fer français, accompagnée du résumé, par ligne, des dépenses de premier établissement et des résultats de l'exploitation des six Compagnies principales (états fournis par les Compagnies), année 1873.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des nombres parfaits.* Mémoire de M. J. Carvallo, présenté par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Bonnet, Puiseux.)

« Le nombre parfait est égal à la somme de ses parties aliquotes (Euclide). Prop. 36, liv. IX : « Si, à partir de l'unité, tant de nombres qu'on voudra » sont successivement proportionnels en raison double jusqu'à ce que leur » somme soit un nombre premier, et si cette somme multipliée par le der- » nier fait un nombre, le produit sera un nombre parfait. »

» Cette règle est tout ce qu'Euclide a écrit sur les *nombres parfaits;* elle ne donne évidemment que des nombres pairs. Depuis Euclide, les mathématiciens de tous les âges ont cherché des nombres parfaits impairs. Descartes écrivait le 20 décembre 1638 : «.... Et je ne sais pourquoi vous jugez » qu'on ne saurait parvenir par ce moyen à l'invention d'un vrai nombre » parfait; *que si vous en avez une démonstration, j'avoue qu'elle est au delà de* » *ma portée et que je l'estime extrêmement;* car, pour moi, je juge qu'on » peut trouver des nombres impairs véritablement parfaits. »

» Fermat, Legendre, Euler se sont occupés des nombres parfaits. M. Desboves termine son *Algèbre* par ces mots : « On ne connaît pas

» d'autres nombres parfaits que ceux que l'on déduit de la formule (3) » (celle d'Euclide.)

» La question est donc restée tout entière, depuis l'école d'Alexandrie, 300 ans avant l'ère moderne. Peut-on trouver des nombres parfaits impairs? Le Mémoire a pour objet de résoudre cette question et de donner la *théorie des nombres parfaits* dont il fait connaître un grand nombre de propriétés nouvelles.

» Une puissance d'un nombre premier ne peut être un nombre parfait.

» Nous appelons *indicateur* d'un nombre le rapport r_N de la somme des parties aliquotes au nombre lui-même et *binôme indicateur* la somme $1 + r_N$.

» L'*indicateur* d'un nombre composé de deux facteurs est égal à la somme des indicateurs des facteurs augmentée du produit des indicateurs. L'indicateur d'un nombre premier est l'inverse du nombre. L'indicateur de tout nombre parfait est égal à l'unité.

» Le produit de deux nombres premiers impairs ne peut être un nombre parfait. Le nombre parfait impair devrait être un carré.

» *Il ne peut exister de nombre parfait impair.*

» Cette propriété, cachée jusqu'ici, se démontre en faisant voir que la forme nécessaire des nombres parfaits impairs et la condition essentielle de l'indicateur des nombres parfaits, d'être égal à l'unité, impliquent contradiction.

» Un carré impair étant donné, le rapport de la somme de ses diviseurs au nombre lui-même ne peut être égal à 2. Il résulte de là une série illimitée de théorèmes négatifs.

» Tous les nombres parfaits sont renfermés dans la formule d'Euclide $2^m(2^{m+1} - 1)$. $2^{m+1} - 1$ doit être nombre premier. La condition nécessaire est que $m + 1$, nombre des termes de la série, soit aussi premier, mais elle n'est pas suffisante.

» *Propriétés des nombres parfaits.* — Les nombres parfaits forment deux séries.

» 1° $2^{4p}(2^{4p+1} - 1)$, nombres parfaits terminés par un 6;

» 2° $2^{4p+2}(2^{4p+3} - 1)$, nombres parfaits terminés par un 8.

» Les cinq premiers nombres parfaits sont alternativement terminés par 6 et par 8; cette loi d'alternance n'est pas générale comme le croyaient les anciens. Nous donnons le calcul des dix premiers termes de la série des nombres parfaits. Les intervalles qui renferment un seul nombre parfait deviennent de plus en plus considérables; il n'y a que dix nombres parfaits entre 1 et 10^{29}.

» Tous les nombres parfaits, à l'exception du premier qui est plus petit que 9, sont des multiples de 9 augmentés de l'unité.

» Les nombres parfaits de la première série sont des multiples de $15 + 1$.

» Les nombres parfaits de la deuxième série sont des multiples de $15 - 2$.

» Les nombres parfaits de la première série se divisent en deux groupes. Les nombres du premier groupe sont multiples de $17, + 1$ pour toute valeur paire de p; ceux du second groupe sont multiples de $17, + 3$ pour toute valeur impaire de p.

» Les nombres parfaits de la deuxième série se partagent également en deux groupes : l'un composé des multiples de $17, + 11$ pour toute valeur paire de p; l'autre composé des multiples de $17, + 9$ pour toute valeur impaire de p.

» Toutes les remarques faites sur la forme des facteurs premiers $2^{4p\pm 1} - 1$ conduisent à une nouvelle méthode pour reconnaître avec une rapidité relativement grande si $2^{4p\pm 1} - 1$ est un nombre premier.

» Cette méthode fera l'objet d'une Communication séparée.

» Le produit d'un nombre parfait par un nombre quelconque, premier avec lui, jouit de la propriété que son binôme indicateur est le double du binôme indicateur du multiplicateur imparfait.

» *Le produit des parties aliquotes d'un nombre parfait est égal à leur somme, élevée à une puissance marquée par l'exposant de leur générateur binaire.*

» La somme des diviseurs du deuxième ordre de tout nombre parfait est supérieure à 4 fois et inférieure à 5 fois le nombre parfait.

» On déduit de la théorie précédente une quantité illimitée de théorèmes nouveaux dont quelques-uns sont énoncés. »

PHYSIQUE. — *Phénomènes magnéto-chimiques produits au sein des gaz raréfiés dans les tubes de Geissler, illuminés à l'aide de courants induits.* Note de M. J. Chautard. (Troisième Note.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les deux Notes que j'ai déjà eu l'honneur d'adresser à l'Académie (1) ont eu surtout pour objet : 1° de préciser les conditions expéri-

---

(1) *Comptes rendus*, 16 novembre 1874 et 3 mai 1875.

mentales dans lesquelles l'opérateur devait se placer pour réaliser sûrement les modifications produites par les aimants sur les spectres des tubes de Geissler ; 2° d'indiquer les conclusions principales auxquelles m'ont conduit ces premières recherches.

» Dans tous les corps simples de la famille du chlore et les composés gazeux ou volatils qui en dérivent et que j'ai examinés, l'action de l'aimant est immédiate et s'accuse non-seulement par un changement de teinte du tube, mais surtout par une illumination plus complète des raies, qui apparaissent alors avec un éclat merveilleux, en se dédoublant quelquefois. Les longueurs d'onde de chacune de ces raies ont été mesurées avec soin et seront l'objet d'une autre Communication. Les corps sur lesquels j'ai opéré sont, outre le chlore, le brome et l'iode, les chlorure, bromure et fluorure de silicium, le fluorure de bore, l'acide chlorhydrique, le chlorure d'antimoine, le chlorure de bismuth, le bichlorure de mercure, le protochlorure et le bichlorure d'étain.

» La lumière du soufre et du sélénium s'éteint complétement au moment où l'aimant est animé, et il en est de même de celle des tubes à chlore, brome et iode, si la tension de la bobine est convenable.

» L'éclat de la lumière de l'oxygène, assez pâle, du reste, ne subit pas de modification bien sensible; il en est de même des composés du carbone, tels que : acide carbonique, oxyde de carbone, hydrogène proto et bicarboné.

» Les belles bandes du spectre de l'azote ne subissent de modifications que dans la partie rouge et orangée. Ces couleurs s'éteignent à peu près complétement, ou du moins sont remplacées par une teinte plate assez uniforme, dans laquelle toute trace de cannelure a disparu. Quant aux bandes de la partie la plus réfrangible, elles demeurent à peu près intactes.

» Les raies de l'hydrogène conservent sensiblement la même apparence ; toutefois, en employant un électro-aimant suffisamment énergique, on voit apparaître, au moment où celui-ci est animé, une raie jaune très-brillante, qui n'est autre chose que celle du sodium, et qui provient évidemment de la soude du verre. Le gaz, en effet, rejeté sur les parois du tube dont il frotte plus rudement la surface, peut, soit volatiliser, soit réduire une petite quantité de soude, dont la présence se traduit alors par la raie jaune caractéristique. Cette raie s'évanouit comme par enchantement lorsque le courant est rompu, pour réapparaître aussitôt que l'aimantation recommence, et cela plusieurs fois de suite. A la longue, cette raie jaune

perd de son intensité, et le tube a besoin de quelques moments de repos pour en permettre la réapparition.

» Cette raie jaune de la soude s'est montrée quelquefois dans les tubes à azote, à acide carbonique et à acide chlorhydrique soumis à l'action magnétique.

» Le protochlorure d'étain cristallisé et sec, mais bihydraté, offre un phénomène des plus remarquables de dissociation sous l'influence de l'aimant. A l'état normal, le spectre est pâle et présente quelques-unes des raies vertes du chlore; mais, dès que l'aimant est animé, on voit se dessiner deux des raies caractéristiques de l'hydrogène, la rouge et la bleue, qui persistent tant que l'aimantation dure, qui disparaissent aussitôt qu'elle cesse, et cela, pour ainsi dire, indéfiniment. Je ne puis interpréter ce phénomène que par la séparation momentanée des éléments de l'eau du sel, sous l'empire de la résistance considérable opposée au passage du courant induit pendant la durée de l'aimantation (1). »

GÉODÉSIE. — *Sur le miroir-équerre, instrument destiné à tracer des angles droits sur le terrain et pouvant être utilisé dans la mesure rapide des grandes distances.* Mémoire de M. GAUMET, présenté par M. du Moncel. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. d'Abbadie, du Moncel.)

« L'instrument que j'ai nommé le *miroir-équerre* est basé sur la propriété suivante des miroirs :

» *Tout point A placé devant un miroir fait son image en un point A' symétrique de A par rapport au plan du miroir.*

» *Description de l'instrument.* — Le miroir-équerre est constitué par un miroir carré de 6 centimètres de côté, placé dans une garniture métallique ayant un bord de 1 centimètre de large. Le bord du miroir est peint en blanc et en vermillon, de manière à former deux lignes perpendiculaires au cadre du miroir. Sur le bord supérieur du miroir est placée une petite lunette astronomique portant un réticule déterminant l'axe optique de la lunette : cet axe optique doit être contenu dans le plan du miroir ou, tout au moins, parallèle à ce plan.

---

(1) Toutes ces expériences ont été réalisées dernièrement à la Sorbonne devant un certain nombre de savants, grâce à l'obligeante hospitalité que M. Jamin a bien voulu m'accorder dans son laboratoire.

» Le miroir-équerre, qu'on peut du reste employer sans support, s'articule à l'aide d'un genou à coquilles, sur une canne-pied.

» Si l'on dispose d'un aide, et c'est le cas qui se présentera le plus souvent, on pourra se passer de tout support. Il suffira que l'opérateur tienne solidement le miroir à la main, en dirigeant l'axe optique de la lunette sur le point visé.

» *Emploi de l'instrument pour mener une perpendiculaire à une direction jalonnée.* — Pour mener une perpendiculaire à une droite AB en un point A, on visera le point B, de manière à placer le plan du miroir dans la direction AB; on se portera en avant du point A, à 20 ou 30 mètres, sur une direction sensiblement perpendiculaire à AB; puis, au moyen d'un jalon peint en blanc, on déterminera une direction AD exactement perpendiculaire à AB, et ce résultat sera obtenu (l'œil, bien entendu, étant placé au-dessus du jalon) lorsque l'image du jalon viendra coïncider avec l'axe vertical du miroir, ou encore lorsque cette image sera vue sur le prolongement du tube qui supporte le miroir.

» *Abaisser d'un point donné* M *une perpendiculaire à une direction jalonnée* AB. — On placera le miroir-équerre perpendiculairement à la ligne AB, puis on avancera ou l'on reculera le miroir, jusqu'à ce que l'axe optique de la lunette soit dirigé sur M, ce qui s'obtient facilement après quelques tâtonnements.

» Cet instrument, essentiellement portatif et d'un emploi très-commode, présente en outre sur l'équerre d'arpenteur l'avantage d'une plus grande exactitude.

» Les causes d'erreur dans l'emploi de l'équerre d'arpenteur tiennent à la largeur de la fente par laquelle on regarde, à l'épaisseur du fil de la fenêtre, à la longueur de la ligne des fentes, à la précision du pointé qui est d'autant plus difficile à obtenir qu'on est obligé de viser par une fente étroite, et l'on sait que, dans ces conditions, il se perd une très-grande quantité de lumière

» Ces erreurs n'existent pas dans le miroir-équerre; dans cet instrument, en effet, une des lignes de visée est exactement déterminée au moyen de la lunette astronomique qui permet en outre de viser un objet très-éloigné; la direction perpendiculaire est aussi déterminée d'une façon très-précise par la réflexion. Le miroir-équerre, comme je le fais voir dans ma Notice, permet de résoudre facilement et surtout rapidement les problèmes suivants d'arpentage :

» Mesurer la distance d'un point à un point inaccessible. — Mesurer la distance de deux points inaccessibles.

» On peut également employer cet instrument en topographie pour faire le levé des polygones servant de canevas.

» Le miroir-équerre permettra de mener la hauteur dans chaque triangle en prenant pour base un des côtés.

» *Emploi du miroir-équerre comme télémètre.* — Le miroir-équerre peut être très-avantageusement employé dans la mesure rapide des grandes distances. Il nécessite alors l'addition au miroir d'une petite pièce permettant de viser, le miroir étant renversé, la lunette en bas. Il faut en outre, comme accessoire, une règle de 1 mètre de long, portant des divisions millimétriques et, sur cette règle, un voyant laissant lire les divisions.

» La règle est supportée par un pied semblable à celui du miroir.

» Le principe de l'instrument, employé comme télémètre, repose sur la résolution d'un triangle rectangle dont on connaît un côté de l'angle droit et l'angle opposé à ce côté. Le miroir-équerre permet de mesurer très-exactement cet angle, qui est toujours très-petit quand on mesure une grande distance au moyen d'une petite base.

» Soit à mesurer une distance AC.

» Le miroir-équerre est placé au point A, on vise le point C, on détermine une base AB de 20 mètres, perpendiculaire à AC, au moyen d'une canne-pied placée en B (l'emploi du miroir-équerre nous permet d'obtenir très-exactement la perpendicularité de AB). Cela fait, on enlève le miroir et on le fixe sur le pied B sans toucher au pied A (le miroir est placé la lunette en bas, afin de pouvoir de nouveau viser le point C). On place sur le pied A la règle divisée munie de son voyant, ou la règle sur le point C.

» Le miroir-équerre est placé dans la direction BC par une seconde visée sur le point C, au moyen d'une bonne lunette portant un réticule ; on visera l'axe vertical du miroir et l'on fera glisser le voyant sur la règle jusqu'à ce que la ligne de séparation des deux parties du voyant couvre l'axe vertical du miroir.

» On lira alors sur la règle le nombre de divisions interceptées ; un calcul très-simple donnera la distance.

» Si b désigne la base prise, n le nombre de divisions interceptées, la distance est donnée sans erreur sensible (l'angle mesuré étant toujours très-petit) par la formule

$$d = \frac{2b^2}{n};$$

si $b = 20^{\text{m}}$, $n = 0^{\text{m}},25$,

$$d = \frac{800}{0,25} = 3200^{\text{m}}.$$

» Le miroir-équerre peut encore servir à obtenir la différence de niveau de deux points.

» En le complétant, on peut le transformer en un pantomètre à réflexion. »

PHYSIQUE. — *Sur l'acide borique fondu et sur sa trempe.* Note de M. V. DE LUYNES.

(Commissaires : MM. Regnault, Peligot, Fizeau.)

« L'acide borique fondu, qui se rapproche du verre par ses caractères extérieurs, présente quelques propriétés qui méritent d'être signalées.

» A l'état visqueux il peut être étiré en fils qui se solidifient rapidement, et, à ce point de vue, sa ductilité ressemble plus à celle de la silice qu'à celle du verre proprement dit.

» Sa dureté, comprise entre 4 et 5, le place entre la fluorine et l'apatite : il raye le verre; lorsqu'on cherche à le tailler au tour, on reconnaît qu'il est difficilement attaqué par le sable, le grès, et même par l'émeri à sec ou avec de l'huile; il faut, pour l'user, faire intervenir l'action dissolvante de l'eau. Dans ce cas, sa taille est encore longue et exige 7 à 8 fois plus de temps que celle du verre ordinaire dans les mêmes circonstances. Cette résistance à l'usure, qui ne correspond pas à sa dureté, tient sans doute, comme M. Damour l'a reconnu pour quelques autres minéraux, à une structure spéciale.

» L'acide borique fondu, en masse, s'hydrate lentement au contact de l'eau; mais, s'il est pulvérisé, l'action est rapide, comme l'a montré Ebelmen. En arrosant avec de l'eau l'acide borique pulvérisé, il augmente de volume, et la température du mélange s'élève à près de 100 degrés.

» C'est surtout par l'énergie et la persistance de sa trempe que l'acide borique est remarquable.

» En le coulant sur une surface métallique froide, on obtient des plaques vitreuses dont la surface inférieure refroidie par le métal est plus fortement trempée et par suite plus dilatée que la surface supérieure. Il en résulte une flexion qui peut être assez grande pour déterminer la rupture de la plaque et sa projection en éclats. L'acide borique coulé sous l'eau s'étonne et se pulvérise; mais, avec l'huile, on obtient de petites masses à queues courtes qui se brisent dans les mêmes conditions que les larmes bataviques.

» Une plaque d'acide borique trempé, à faces parallèles, agit sur la lumière polarisée comme le verre trempé; mais, tandis que ce dernier perd

cette propriété par le recuit, l'acide borique la conserve avec une ténacité singulière. Des fragments d'acide borique trempé ont été placés dans les fours à recuire de M. Feil, maintenus au rouge pendant quinze heures et soumis à un refroidissement lent de plusieurs jours. Ils agissaient aussi énergiquement qu'avant sur la lumière polarisée, bien que des blocs de verre de 60 kilogrammes placés à côté d'eux se fussent complétement recuits.

» En plaçant dans l'eau, à la température de 15 à 20 degrés, des pastilles un peu larges d'acide borique trempé, on remarque que l'hydratation se fait par couches en produisant une véritable exfoliation.

» Les couches intérieures, en s'hydratant, augmentent plus de volume que les couches extérieures. Il en résulte un soulèvement de ces parties exfoliées, qui se fait à peu près symétriquement par rapport à la couche moyenne du côté de chaque surface, et la plaque d'acide borique, après l'hydratation, a l'aspect de deux calottes tangentes par leurs surfaces convexes.

» Cette déformation est constante et ne dépend pas de la forme du fragment d'acide borique sur lequel on opère. Elle prouve d'abord que les deux surfaces de l'acide borique sont trempées en sens inverse; elle montre ensuite, et c'est le fait le plus intéressant, que les parties déjà dilatées par la trempe ne subissent pas par leur combinaison avec l'eau la même augmentation de volume que les parties moins trempées ou qui ne sont pas trempées. En un mot, l'hydratation produit une augmentation de volume de l'acide borique; cependant, si la trempe a déjà donné lieu à un accroissement de volume, l'hydratation a lieu, mais le volume ne change plus de même. Ces faits paraissent se rattacher d'une manière intime à ceux que M. Berthelot a décrits sous le nom de *kénomérie*. Ils confirment, pour l'acide borique, le mode de structure que j'ai attribué au verre trempé. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les lois des échanges d'ammoniaque entre les mers, l'atmosphère et les continents.* Note de M. Th. Schlœsing.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« La diffusion de l'ammoniaque à la surface du globe peut, comme tous les phénomènes naturels, motiver des recherches de deux sortes : les unes ont pour objet la constatation des faits, les autres sont instituées pour en découvrir les lois. Toutes les recherches exécutées jusqu'à présent au sujet de l'ammoniaque naturelle, sur ses proportions dans les eaux, les terres, l'air (1), sont de la première sorte; je n'en connais point qui

(1) Depuis que je possède un procédé exact pour doser l'ammoniaque de l'air, j'ai institué

appartiennent à la seconde. Cependant il est bien certain que les échanges continuels d'alcali entre les mers et l'atmosphère, entre l'atmosphère et la pluie, la rosée, la neige, la terre arable, les végétaux, loin d'être abandonnés au hasard, sont, au contraire, réglés par des lois qu'il importe de connaître pour résoudre des questions agricoles fort intéressantes, comme celle des apports de l'air au sol cultivé.

» Ce beau sujet d'études est resté absolument neuf; peut être n'a-t-on pas assez compris qu'il fallait, pour l'explorer, y introduire les notions sur les tensions, dont MM. H. Sainte-Claire Deville, Debray, Troost et plusieurs autres savants ont fait un usage si heureux dans leurs travaux sur la dissociation. Quand l'ammoniaque libre ou carbonatée est diffusée dans l'air, l'eau, la terre, si faible que soit sa quantité, elle conserve toujours une tension. Deux milieux qui en contiennent sont-ils en contact, celui où l'ammoniaque a une tension plus grande en cède à l'autre, jusqu'à ce que, la tension étant devenue la même de part et d'autre, l'équilibre soit établi. Cet équilibre, toujours poursuivi, n'est jamais réalisé à la surface du globe : la mobilité de l'atmosphère, les variations de température, la disparition de l'alcali changé en acide nitrique sur les continents, sa formation au sein des mers sont autant d'obstacles à l'établissement d'une tension partout égale, et autant de causes d'un mouvement incessant.

» Toutes les questions sur les échanges d'ammoniaque entre des milieux différents, eaux diverses, atmosphère, terres arables et autres, peuvent se formuler dans des termes identiques :

» Étant données deux masses de milieux différents et une quantité d'ammoniaque très-petite, déterminer le partage de l'alcali entre les deux milieux, partage variable avec leur nature, leur quantité, la température, le mode de combinaison de l'ammoniaque avec l'acide carbonique.

» Il semble qu'il y ait quelque témérité à entreprendre la solution de ce problème; comment, en effet, préciser des rapports entre des quantités d'alcali extrêmement faibles, de l'ordre de celles que les chimistes appellent des *traces*, ce qui signifie qu'ils renoncent à les mesurer. On va voir cependant que nos moyens d'analyse actuels sont encore suffisants dans le cas présent.

» J'ai dit (*Comptes rendus* du 25 janvier 1875) comment on prépare en

---

des déterminations continues, pendant plusieurs saisons, avec l'assiduité des météorologistes. Je dois remettre la publication des résultats jusqu'à ce qu'ils soient confirmés par une suite assez longue d'observations.

quantité indéfinie des mélanges constants d'air pur et d'ammoniaque dans lesquels les proportions de cette base peuvent descendre, tout en restant bien déterminées, jusqu'à celles qu'on trouve dans l'atmosphère. J'ai donc à ma disposition l'un des milieux avec une tension d'ammoniaque connue, et c'est précisément celui où l'alcali est incomparablement plus dilué, où, par suite, il serait le plus malaisé de le doser. Maintenant, je mets un de ces mélanges en contact avec un second milieu, eau ou terre, à une température connue. Des échanges s'établissent immédiatement en raison des différences de tension ; mais, l'air étant constamment renouvelé, l'équilibre se produit tôt ou tard. Pour l'obtenir plus vite, j'emploie le barbotteur qui me sert à doser l'ammoniaque de l'air, quand le milieu est liquide; si c'est une terre, je la divise et force l'air à la traverser; enfin, je dose l'alcali dans l'eau ou la terre par les procédés connus. Sachant le poids de la terre, ou le volume de l'eau mise en expérience, leur titre final en ammoniaque, celui de l'air, j'ai tous les éléments nécessaires pour calculer les quantités respectives d'alcali, dans l'unité de mesure de chaque milieu, qui correspondent à l'équilibre de tension.

» En multipliant ces expériences dans des conditions variées de température, de quantité d'ammoniaque, de nature des milieux, j'obtiens finalement, sinon l'expression mathématique des lois cherchées, au moins des données numériques et des diagrammes, comme on en a obtenu pour les tensions de la vapeur d'eau, pour les tensions de dissociation.

» La méthode que je viens d'exposer n'est plus nécessaire, quand on étudie les échanges entre l'eau et la terre. Il suffit alors de répéter, en les étendant, les expériences classiques de M. Way et de M. Brustlein sur le pouvoir absorbant des terres arables.

» L'ammoniaque est à son maximum de tension quand elle est libre; elle en descend très-rapidement à mesure qu'elle se charge d'acide carbonique. La présence et la proportion de cet acide ont donc une très-grande influencée sur les phénomènes que j'étudie. Dans la nature, l'acide carbonique et l'ammoniaque sont diffusés partout et se trouvent toujours ensemble; la diffusion de la base d'un milieu dans un autre est donc toujours influencée par l'acide. Au point de vue théorique, il serait désirable de savoir définir leur mode de combinaison dans chaque cas : cela ne m'a pas été possible, pour deux raisons : d'abord le dosage de très-petites quantités de l'acide n'est pas assez approché; puis, le serait-il, qu'on serait troublé dans l'interprétation des résultats analytiques par l'excès d'acide libre et par les carbonates alcalins et terreux qui accompagnent presque toujours le carbonate ammoniacal.

» Les incertitudes que je signale ne doivent point diminuer la confiance dans les résultats fournis par ma méthode. En effet, quels que soient les rapports entre l'ammoniaque et l'acide carbonique, ils sont tels dans mes expériences que dans la nature. Je n'y change rien, et je ne puis saisir entre les faits constatés au laboratoire et les faits naturels qu'une seule différence, c'est que l'air que j'emploie a été dépouillé d'alcali pour en recevoir une quantité de même ordre, mais connue. Cette substitution du même au même ne peut altérer les résultats.

» J'aurai l'honneur prochainement de rendre compte de mes expériences à l'Académie. Suivant un ordre conforme aux idées que j'ai exprimées antérieurement sur la circulation de l'ammoniaque, j'établirai d'abord les relations entre les mers et l'atmosphère, puis celles de l'air avec les météores aqueux et les terres arables.

COSMOLOGIE. — *Description et analyse d'une masse de fer météorique tombée dans le comté de Dickson (Tennessee)*; par M. LAWRENCE SMITH.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« Toutes les particules métalliques qui se trouvent dans l'intérieur d'une pierre météorique sont des miniatures complètes des grosses masses de fer météorique découvertes dans les différentes parties du monde, mais que l'on n'a pas vu tomber, et qui ont dû tomber à des époques très-antérieures à celle de leur découverte.

» Les météorites pierreuses, avec leurs petites particules de métal, tombent relativement fréquemment, tandis que la chute de masses métalliques libres de matières terreuses est si rare que nous n'en connaissons que quatre authentiques : Agram, en Croatie, mai 1751; Braunau, en Bohême, juillet 1847; Victoria, en Afrique, 1862; enfin celle dont traite la présente Communication, 1er août 1835, près de Charlotte (latitude 36°15', longitude 87°22'), dans le comté de Dickson.

» Une courte description de ce fer météorique fut publiée par le professeur Troost, de Nashville (1). Mort très-peu après, son cabinet fut mis en caisses par ses exécuteurs testamentaires jusqu'à ces derniers mois, où j'ai pu en étudier les échantillons.

» Ce fer météorique étant à peine connu, je m'occupai immédiatement de son examen, et, comme une petite partie d'un morceau pesant seulement 200 à 300 grammes en avait été coupée, il fut facile d'en rétablir la forme.

---

(1) *American journal of Science*, 1845.

» Cette masse, dont l'Académie recevra le modèle exact, est tombée, pendant la journée, dans un champ où plusieurs personnes travaillaient, en effrayant un cheval attelé à une charrue et qui s'enfuit à travers les champs. Le ciel était sans nuages, et l'on entendit un bruit précédé par une lumière livide.

» La masse a la forme d'un rognon. Le métal étant luisant et presque poli sur plusieurs parties de sa surface est toujours resté dans cet état, quoique exposé à des conditions atmosphériques qui, d'ordinaire, rouillent et ternissent le fer. A l'œil nu, la surface a l'apparence de fonte de fer douce; mais le poli de la surface disparaît en maints endroits lorsqu'on l'examine à la loupe. Elle apparaît alors comme réticulée, ce réseau étant formé par les tranchants de minces lamelles de métal, séparées les unes des autres par des matières à demi fondues et en apparence scorifiées. Ces lamelles, suivant dans la masse une position inclinée, se coupent à des angles de 60 degrés et forment des triangles équilatéraux qui diviseraient la masse en octaèdres réguliers. La photographie ci-jointe d'un dessin montrera mieux ces lignes très-grossies.

» Ce fer est doux et comme affiné. Coupé et poli, il résiste aux vapeurs ordinaires du laboratoire pendant plusieurs mois.

» Sur sa surface, la chaleur ou l'acide développe les figures de Widmanstätten d'une manière exquise, et avec une beauté qui n'a été égalée que par trois ou quatre fers météoriques connus, comme on le voit sur le spécimen joint à cette Note. J'appelle l'attention sur les lignes parallèles délicates intérieures, que j'ai fait remarquer, il y a quelques années, comme étant particulières à certains fers. Toutes les figures de Widmanstätten ne les contiennent pas, et je les ai désignées sous le nom de *marques de Laphanite*.

» Ce fer n'est pas absolument compacte, on y découvre même à l'œil nu de petites cavités, plus visibles à la loupe; mais je n'ai pas encore pu y découvrir de schreibersite, ni à la surface, ni dans l'intérieur.

» Son poids spécifique est 7,717, il contient

Fer	91,15
Nickel	8,01
Cobalt	0,72
Cuivre	0,06

» Sans trace de soufre et seulement si peu de phosphore, que le phosphate de magnésie et d'ammoniaque provenant de 1 gramme de fer n'aurait représenté qu'une faible fraction de 1 milligramme de phosphore. Je

n'ai jamais analysé de fer météorique contenant si peu de phosphore.

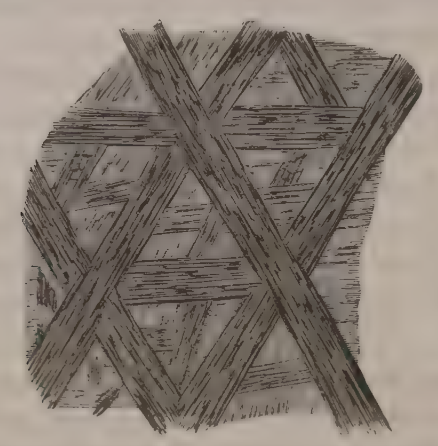
» Au sujet du contenu gazeux de ce fer, les faits suivants ont été observés, à ma demande, par M. W. Wright :

« Le fer étant exposé à une chaleur rouge donna un peu plus de 2 volumes de gaz. On peut l'estimer à 2,2 sans grande erreur. Il ne paraissait pas se produire très-facilement, et je ne doute pas qu'on ait pu en obtenir une quantité beaucoup plus considérable, si le fer avait été à l'état de subdivisions très-ténues. Une analyse de ce gaz a donné :

H	71,04
CO	15,03
CO^2	13,03
	100,00

Il ne paraissait y avoir aucune quantité appréciable d'azote. »

» Une question, qui n'est pas de mince intérêt, au sujet de la chute des fers météoriques, est de savoir s'ils ont été ou s'ils n'ont pas été chauffés, dans leur passage dans l'atmosphère, à un degré suffisant d'intensité pour fondre le métal à la surface. La présente météorite nous permet de résoudre la question négativement; car, si elle avait été fondue, la structure, délicate-



Structure de portions de la surface de la météorite du comté de Dickson agrandies.

ment réticulée, qu'on découvre à la loupe aurait disparu, et elle serait revêtue d'une couche d'une couverte irrégulière d'oxyde fondu. Dans le cas présent, cet oxyde existe sur les tranchants et entre les stries du fer, ce qui montre que la surface du fer, quoique non fondue, a néanmoins été chauffée avec intensité, et a été seulement préservée de la fusion, parce que le métal conduisait la chaleur de la circonférence vers le centre, et il doit en être ainsi de presque toutes, sinon de toutes les masses de fer qui sont tombées.

» Le fer de Braunau n'était pas près de la fusion; il aurait enflammé la maison dans le bûcher de laquelle il s'est enfoncé; la surface de ce fer éloigne toute hypothèse de fusion.

» Si ma supposition est vraie, elle a une importance considérable sur l'hypothèse au sujet de la manière dont le fer d'Ovifalk (en le supposant météorique) pénétra le basalte en particules éparpillées, au moment de son passage à un état plastique; car, si ce fer n'a pas été fondu dans son passage à travers l'atmosphère, il n'a pu non plus être écrasé dans le basalte, de sorte que chaque particule se montre entourée de basalte terrestre.

» Cela joint à d'autres points me conduit de plus en plus à croire, avec beaucoup d'autres, que le fer d'Ovifalk est terrestre. »

MM **Bonnodeau**, **Kisztler**, **Legris**, **E. Paillet**, **Villedieu** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

MM. **J.-M. Gaugain**, **de Vicq** et **B. de Brutelette** adressent des remercîments à l'Académie pour les récompenses qui leur ont été décernées.

ASTRONOMIE. — *Planète (146) Lucine, découverte à l'Observatoire de Marseille par M. Borrelly, le 8 juin 1875. Éphéméride calculée par* **M. E. Stéphan.**

0h T. M. de Greenwich.			Ascension droite de (146).	Distance polaire de (146).	Log Δ.
			h m s	° ′	
1875	Juillet	1	16.58.51	112.58,5	0,1980
		5	16.55.51	113.14,9	
		9	16.53.14	113.31,0	
		13	16.51. 3	113.46,9	
		17	16.49.19	114. 2,5	0,2281
		21	16.48. 3	114.17,9	
		25	16.47.15	114.33,2	
		29	16.46.55	114.48,3	
	Août	2	16.47. 5	115. 3,4	0,2668
		6	16.47.44	115.18,4	
		10	16.48.49	115.33,2	
		14	16.50.22	115.48,0	
		18	16.52.20	116. 2,6	0,3091

» *Nota.* — Cette éphéméride était jointe à la détermination de l'orbite de la même planète, insérée au *Compte rendu* de la dernière séance. »

PHYSIQUE. — *Sur l'aimantation temporaire de l'acier.* Note de M. **Bouty**, présentée par M. Jamin.

« Dans deux Notes antérieures (*), j'ai étudié l'aimantation permanente acquise sous l'influence de courants d'intensité variable par des aiguilles d'acier trempées très-dur. J'essaye aujourd'hui d'étendre mon travail à l'étude de leur aimantation temporaire. A cet effet, j'introduis les aiguilles dans la spirale magnétisante pendant le passage du courant, et je déduis la valeur de leur moment magnétique temporaire de la déviation qu'elles produisent sur une aiguille horizontale suspendue par un fil de cocon, et munie d'un miroir, selon la méthode de Wiedemann.

» Quand les aiguilles employées ont toutes la même longueur, et que celle-ci est suffisamment grande par rapport à leur diamètre, la détermination du moment magnétique peut remplacer celle de la quantité de magnétisme. On a en effet de fortes raisons pour admettre que la distance des pôles aux extrémités, dans les aiguilles longues, pendant l'aimantation temporaire, est indépendante de la puissance du courant, et que sa valeur constante est celle que présentent les aiguilles permanentes saturées (**). La vérification expérimentale de cette hypothèse est entourée de difficultés graves qui n'ont pu être complétement écartées dans les conditions défavorables où je me trouve placé; mais j'ai pu du moins m'assurer que la distance des pôles aux extrémités pendant l'aimantation temporaire diffère assez peu de sa valeur théorique pour que les résulats ne soient pas altérés d'une manière sensible par l'effet de la différence, si toutefois elle existe réellement.

» Soit y le moment magnétique temporaire développé dans une aiguille de longueur l par une force magnétique extérieure x, agissant dans le

---

(*) Voir t. LXXX, p, 650 et 859.

(**) Quand une aiguille est placée dans l'axe d'une spirale magnétisante suffisamment longue, elle se trouve dans un champ magnétique d'intensité très-sensiblement constante. J'ai vérifié ailleurs (voir t. LXXVIII, p. 280) que, conformément aux calculs de Green, la distribution du magnétisme dans les aiguilles saturées est celle qui serait produite dans un acier non coercitif par l'action continue d'une force constante extérieure agissant dans le sens de l'axe de l'aiguille. Donc la distance des pôles aux extrémités pendant l'aimantation temporaire est la même que dans les aiguilles permanentes saturées de même diamètre.

sens de son axe. Soient de plus l la longueur de l'aiguille, δ la double distance d'un pôle à l'extrémité voisine. On a, d'après l'hypothèse précédente,

$$y = A(l - \delta); \tag{1}$$

d'où l'on tire immédiatement, puisque δ est connu, la valeur de A, c'est-à-dire de la quantité de magnétisme. Le quotient de A par la section est une fonction de l'intensité x de la force magnétisante, que nous devons appeler *fonction magnétisante totale*, pour la distinguer de la *fonction de magnétisme permanent* dont nous nous sommes déjà occupés.

» La marche de la fonction magnétisante totale est à peu près celle qui nous a frappés dans l'étude de la fonction de magnétisme permanent; la courbe qui la représente montre une inflexion correspondant à peu près à la même valeur de x, et les limites de l'aimantation permanente rapide conviennent aussi à l'aimantation totale. De plus, et bien que l'on n'ait pu représenter par aucune formule empirique simple l'une ou l'autre des deux fonctions de magnétisme, leur rapport r se trouve exprimé dans le cas de nos aiguilles trempées très-dur, et les limites des expériences, par une fonction hyperbolique de x. La formule suivante s'est appliquée à toutes les aiguilles de $0^{mm},5$ à $1^{mm},5$ de diamètre (*) :

$$r = 1,3 + \frac{b}{(x - c)^2}. \tag{2}$$

c est une constante qui ne varie pas d'une aiguille à l'autre, tandis que la constante b paraît liée aux moindres variations de la trempe.

» Pour me débarrasser complétement des complications qui résultent de ces variations inévitables, j'ai fait usage d'un procédé déjà mis en œuvre par M. Jamin, qui a bien voulu m'en conseiller l'emploi. Ce procédé consiste à user par l'action d'un acide énergique les aiguilles que l'on étudie, et à comparer ensuite l'aimantation qu'un même courant fait acquérir aux aiguilles de différents diamètres, que l'on s'est ainsi procurées. En étudiant par cette méthode des aiguilles trempées dur d'un diamètre primitif égal à $1^{mm},5$ au plus, je m'attendais à constater de la surface au centre une hétérogénéité systématique; l'expérience a montré, contrairement à mes prévisions, que la masse métallique est sensiblement homogène, après comme

(*) Je donne ici cette relation, bien qu'elle ne soit pas générale, à cause de la commodité de son emploi pour l'étude de la trempe. Elle ne s'applique ni aux aiguilles très-minces, ni aux aiguilles trempées doux, mais seulement dans les limites spécifiées dans le texte.

avant la trempe (*). Il y a pour toutes les aiguilles considérées une fonction unique de magnétisme total, ainsi que de magnétisme permanent, et pour toutes, jusqu'aux plus petits diamètres, la constante b de la formule (2) conserve la même valeur. Ainsi notre expérience nous fournit une définition précise de ce qu'il convient d'entendre par une *trempe identique*, quand il s'agit d'aiguilles de diamètres différents.

» Une telle définition me paraît d'autant plus nécessaire que, si l'on essaye de communiquer une même trempe à des aiguilles minces de divers diamètres, soit en les trempant en faisceau, soit en les plongeant isolément dans l'eau, au moment où leur surface extérieure présente le même rouge sombre, on n'atteint pas le but désiré. J'ai observé que pour de telles aiguilles l'aimantation communiquée par un même courant ne varie pas proportionnellement au carré du diamètre; et que la constante b de l'équation (2) varie proportionnellement au diamètre (**). Remarquons toutefois que la limite de r, pour $x = \infty$, est indépendante de b et conserve la même valeur pour toutes les aiguilles.

» J'ai soumis à une étude analogue l'aimantation temporaire des mêmes fils d'acier, tels qu'ils sont livrés par le commerce (***), et j'ai reconnu qu'ils s'aimantent d'après les mêmes lois générales, c'est-à-dire que :

» 1° Toutes les aiguilles extraites par l'acide d'une même aiguille mère sont caractérisées par les mêmes fonctions magnétisantes, quel que soit leur diamètre.

» 2° Que les aiguilles des divers diamètres (ou divers numéros du commerce) sont caractérisées par des fonctions magnétisantes plus ou moins différentes.

» Mais ici l'aimantation rapide survient pour des valeurs de la force magnétisante x cinq ou six fois plus faibles que pour les aiguilles trempées dur, et la limite tant du magnétisme permanent que du magnétisme temporaire est bien plus grande en valeur absolue, surtout la dernière qui diminue à peu près de moitié par l'effet de la trempe dure. La courbe repré-

---

(*) Le fil d'acier employé est connu dans le commerce de l'horlogerie sous le nom de *fil d'acier pour pivots*. L'attaque par l'acide chlorhydrique bouillant ou l'eau régale est des plus régulières; et l'on ne voit pas à la surface rongée les arborisations d'acier très-carbonné (*kohleneisen*), obtenues par Holtz sur des barreaux qui étaient sans doute de moins bon a cier

(**) Ainsi la trempe serait d'autant plus dure que le diamètre est plus grand.

(***) Cet acier se rompt après avoir subi une ou deux flexions en sens contraire.

sentative de la fonction du magnétisme total ressemble beaucoup à celles qui ont été dessinées par Rowland (*). Enfin le rapport de l'aimantation totale à l'aimantation permanente n'est plus représenté par l'équation (2) que dans des limites peu étendues à partir de la limite inférieure de l'aimantation rapide. Au delà r passe par un minimum et croît de nouveau avec x : c'est justement ce que donnent les courbes de Rowland. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Théorie des tempêtes ; conclusions.* Note de M. **H. Peslin**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« L'Académie voudra bien nous permettre de formuler nos conclusions à la suite de M. Faye.

» Dans notre première Note (celle du 15 mars), nous disions :

« En résumé, nous ne voyons guère comment la théorie de M. Faye peut expliquer la production de la pluie qui accompagne d'une manière constante les tempêtes et les cyclones ; d'autre part, elle nous paraît ne pas mieux s'accorder que l'ancienne théorie avec l'énoncé primitivement donné à la première loi des tempêtes, et elle nous paraît fort mal justifier la seconde loi. »

» M. Faye n'a jamais essayé de répondre à ces objections que nous lui avions adressées dès le premier jour, et nous devons croire qu'il les reconnaît pour bien fondées. Il est possible qu'à ses yeux ce ne soit que des difficultés d'ordre secondaire ; il n'en est pas de même aux nôtres, et nous ne croyons pas que la science météorologique puisse accepter une théorie de la tempête qui ne rend pas compte du phénomène de la pluie.

» M. Faye nous a cité, à l'appui de sa théorie, les relations de diverses trombes terrestres observées en France. Nous y avons cherché un témoignagne précis qui détermine le sens du courant de l'air, et nous n'avons pu le découvrir dans aucune des relations. Quant aux difficultés que M. Faye oppose à la théorie de l'aspiration, nous ne les avons pas comprises ; on nous accordera qu'un vent d'aspiration est tout aussi apte qu'un autre à briser les arbres et à renverser les murs, pourvu qu'il ait une vitesse suffisante. On nous accordera aussi qu'une aspiration violente, telle que celle que manifeste le vent de la trombe, ne peut s'arrêter à un niveau atmosphérique déterminé, et doit se propager jusqu'au fond des vallées, quand la trombe passe au-dessus des vallées ; mais, si les témoignages précis déterminant le sens du courant de l'air manquent pour les trombes terrestres, il

(*) Voir *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 652 et *Philosophical Magazine*, août 1874.

nous sera permis de rappeler qu'ils abondent pour les trombes marines, et que tous s'accordent à dire que le courant de l'air est ascendant.

» J'ajouterai une dernière considération. Il y a déjà longtemps que la trombe et tous les mouvements gyratoires de l'atmosphère ont été comparés aux tourbillons des cours d'eau; le point nouveau de la théorie de M. Faye est le sens attribué au mouvement de l'air. Les précurseurs de M. Faye ont tous admis que le mouvement de l'air était ascendant. Quelques-uns d'entre eux (Xavier de Maistre en 1822, Œrsted en 1838, Lalluyeaux d'Ormay en 1869), pour donner une base solide à leur théorie, ont cherché à reproduire expérimentalement les conditions mécaniques qui donnent naissance au tourbillon et à la trombe: ils ont trouvé que, lorsque le fluide est mis en gyration par la partie supérieure, le sens du courant dans le tourbillon est ascendant. Cette conclusion expérimentale est facile à confirmer par les principes de la Mécanique des fluides; toutefois, nous ne présenterons pas ici cette démonstration, sachant que M. Faye n'admet pas l'intervention des principes de la Mécanique pour tout ce qui concerne les mouvements gyratoires des fluides.

» Je ne sache pas que M. Faye ait démontré que les expériences de ses prédécesseurs sont inexactes, et qu'une gyration supérieure donne naissance à un courant descendant. Dans l'état présent de la question, en admettant même le point de départ de M. Faye, à savoir, que l'origine de la trombe doit être cherchée uniquement dans les inégalités de vitesse des courants supérieurs de l'atmosphère, je crois qu'un esprit logique doit accepter la conclusion au sujet de laquelle se trouvent d'accord l'observation, l'expérimentation et la théorie. Je crois que les météorologistes continueront à admettre que le courant d'air est ascendant dans la trombe comme dans le cyclone. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage du sulfure de carbone dans les sulfocarbonates alcalins industriels*; par MM. DELACHANAL et MERMET.

(Laboratoire des hautes études de l'École centrale.)

« Dès que la fabrication du sulfocarbonate a commencé à prendre un caractère industriel, M. Dumas s'est occupé de rechercher une méthode d'essai ou d'analyse qui permît d'en apprécier facilement et exactement le titre en sulfure de carbone et d'en régler l'emploi et le débit. Le premier qui ait été mis en usage dans son laboratoire reposait sur leur conversion en sulfocyanure au moyen du sulfhydrate d'ammoniaque.

» Ce procédé était un peu lent : il fut remplacé par un autre qui consistait à décomposer le sulfocarbonate par l'acide oxalique, et à recueillir le sulfure de carbone dans l'alcool; mais la séparation et le dosage du sulfure de carbone offraient quelques incertitudes. En remplaçant l'alcool par une huile fixe, elles ont disparu.

» Le titre des sulfocarbonates était essentiel à obtenir facilement pour éviter les mécomptes résultant de l'emploi de matières contenant de faibles proportions de ces sels. En fait, on a livré ou proposé à la consommation des sulfocarbonates variant de 0 à 20 pour 100 en sulfure de carbone. Employés à dose égale, les effets de ces produits ont pu se montrer tantôt nuls, tantôt meurtriers pour la vigne. L'attention de M. Dumas a été excitée, en outre, depuis quelque temps sur une circonstance remarquée par M. Mouillefert, savoir, que les sulfocarbonates les plus riches en sulfure de carbone ne paraissaient pas toujours les plus constants dans leurs effets. En conséquence, l'un de nous fut chargé de poursuivre à Cognac des études sur un plan déterminé et d'essayer l'action sur la vigne de sulfocarbonates bien connus, avec addition de substances qu'on avait lieu de croire propres à retarder leur destruction, spécialement les alcalis.

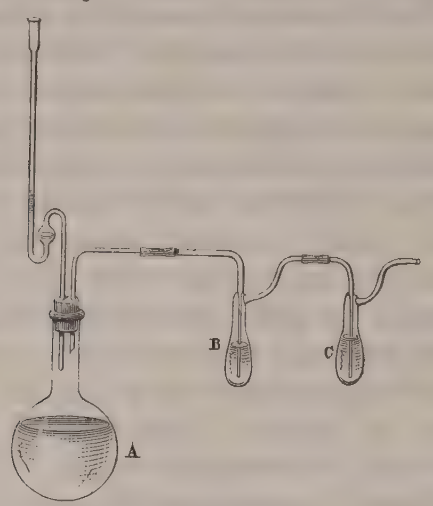
» Le dosage du sulfure de carbone des sulfocarbonates devait constituer un procédé rapide et suffisamment exact, dispensant de l'emploi d'appareils compliqués et exigeant seulement une balance ordinaire à plateaux, sensible au $\frac{1}{2}$ décigramme. Voici celui que nous employons :

» On mélange le sulfocarbonate alcalin avec un sel de plomb, il se sépare un précipité rouge de sulfocarbonate de plomb qui est stable à la température ordinaire, mais qui, étant en suspension dans l'eau, se dédouble sous l'influence de l'ébullition en sulfure de plomb et sulfure de carbone. Ce dernier, entraîné par la vapeur aqueuse, passe avec elle dans l'acide sulfurique concentré et chaud qui les sépare; enfin le sulfure de carbone est retenu par l'huile d'olive, qui absorbe énergiquement le sulfure de carbone.

» Dans un ballon de 500 centimètres cubes on introduit 10 grammes de sulfocarbonate alcalin; on étend de façon à obtenir 100 centimètres cubes, puis on rince le vase qui le contenait avec 50 centimètres cubes d'eau environ; dans ce liquide, on verse peu à peu et en agitant 150 centimètres cubes d'une solution d'acétate de plomb au $\frac{1}{10}$: il se forme un abondant précipité; on ajoute enfin 10 centimètres cubes d'acide acétique à 8 degrés. Le ballon est fermé par un bouchon dans lequel passent deux tubes, un tube en S contenant de l'eau et un tube coudé dont l'extrémité est taillée en bec de flûte. Le reste de l'appareil se compose de deux flacons laveurs de Cloëz

que leur forme spéciale permet de chauffer, l'un contient jusqu'à mi-hauteur de l'acide sulfurique concentré et l'autre est aux trois quarts plein d'huile d'olive. Ce dernier récipient est taré; enfin les différentes parties de l'appareil sont reliées entre elles par des bouts de tube en caoutchouc.

Appareil pour le dosage du sulfure de carbone dans les sulfocarbonates.



A, ballon contenant le sulfocarbonate de plomb à décomposer. B, flacon laveur de Cloëz contenant de l'acide sulfurique concentré. C, récipient contenant de l'huile d'olive.

» On élève graduellement la température du ballon qui contient le mélange à analyser; d'autre part, à l'aide d'une lampe à alcool, on chauffe l'acide sulfurique à 120 degrés environ. Au commencement de l'expérience, l'air de l'appareil s'échappe en traversant l'acide et l'huile; après quelques instants, le dégagement gazeux n'a plus lieu que dans le flacon à acide, et l'on voit des gouttelettes de sulfure de carbone se déposer sur les parois intérieures du tube qui relie les deux flacons; si l'on a soin d'incliner un peu ce tube, le sulfure s'écoule dans le vase à huile. Après quelque temps, la condensation s'arrête, et la vapeur d'eau arrivant *seule* dans l'acide sulfurique fait entendre un bruit particulier et communique une trépidation caractéristique au flacon; à partir de cet instant, on entretient doucement l'ébullition pendant huit à dix minutes, on voit pendant ce temps se dégager encore quelques bulles qui sont formées probablement par les gaz contenus dans l'eau employée pour la dissolution des réactifs, enfin tout dégagement cesse; on éteint alors le feu, on sépare le ballon des appareils Cloëz et, à l'aide d'un flacon aspirateur, on fait passer lentement et pendant *quelques secondes* un courant d'air; pendant cette

opération, on chauffe doucement le tube qui relie les deux laveurs, et où se trouvent encore des gouttes de sulfure de carbone (1). Quand ces diverses manipulations sont achevées, on sépare le flacon à huile et on le pèse; l'excès de poids étant multiplié par 10, on a de suite le titre du sulfocarbonate.

» Un certain nombre de déterminations ont été faites :

» 1° Avec des sulfocarbonates cristallisés ;

» 2° Avec des dissolutions contenant un poids connu de sulfure de carbone qu'on introduisait avec des sulfures alcalins et de l'eau dans des vases scellés, on formait aussi des sulfocarbonates de titres connus ;

» 3° Avec des solutions de sulfocarbonates de composition connue dont les titres étaient abaissés par des volumes déterminés d'eau pure.

» Ces différentes expériences ont permis de s'assurer qu'en prenant les précautions décrites plus haut on détermine le titre d'un sulfocarbonate à $\frac{1}{2}$ pour 100 près. On arrive à la précision d'une analyse scientifique en absorbant soigneusement la vapeur d'eau, et en recueillant le sulfure de carbone dans une solution alcoolique de potasse; mais, pour le cas présent, ces précautions sont inutiles.

» Il peut être intéressant, en terminant cette description, d'indiquer, comme un mode probable de préparation du sulfure de carbone pur, cette décomposition des sulfocarbonates métalliques : c'est un sujet d'études qui nous occupe d'ailleurs en ce moment. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du tungstène et la composition du wolfram.* Note de M. F. JEAN.

« On prépare ordinairement le tungstène en réduisant au rouge vif, par l'hydrogène ou le charbon, l'acide tungstique que l'on obtient en attaquant le wolfram par l'eau régale ou en décomposant le tungstate de soude par un acide.

» Mais l'acide tungstique préparé par ces procédés revenant à un prix élevé et les impuretés qu'il renferme imposant la nécessité de le traiter par la méthode longue et dispendieuse que Scheibler a indiquée pour en opérer la purification, j'ai recherché un procédé qui permît d'obtenir ce métal industriellement et dans un état de pureté suffisant pour les besoins de la

(1) Il est commode pour ce chauffage de se servir d'un tampon de toile métallique supporté par un fil de fer; en imprégnant d'alcool cette sorte d'éponge incombustible, on a une petite flamme facile à déplacer.

métallurgie, la préparation des alliages et les applications diverses qui se développeraient sans doute si ce métal était préparé économiquement.

» Le procédé qui m'a paru convenir le mieux pour préparer le tungstène consiste à chauffer au rouge naissant, pendant une demi-heure, dans un creuset ou dans un four à réverbère, le wolfram réduit en poudre impalpable et mélangé intimement avec 3 pour 100 de carbonate de chaux et 20 à 30 pour 100 de chlorure de sodium. Lorsque le mélange est refroidi, on le pulvérise et on le fait bouillir pendant un quart d'heure avec de l'acide chlorhydrique qui dissout la chaux, les oxydes de fer et de manganèse, avec dégagement de chlore, et laisse à l'état insoluble *tout* l'acide tungstique, sous forme d'une poudre cristalline d'un beau jaune citrin, qu'il suffit de purifier par quelques lavages à l'acide et de réduire au rouge vif par l'hydrogène ou dans un creuset brasqué pour le transformer en tungstène.

» Avec le carbonate de chaux pur, sans addition de chlorure de sodium, il m'a été impossible, même en chauffant à une température élevée, d'obtenir la décomposition complète du wolfram; mais, avec 30 pour 100 de chaux pure, la décomposition se fait facilement au rouge naissant.

» Les sulfates, les carbonates alcalins et le chlorure de calcium peuvent remplacer le chlorure de sodium dans l'attaque du wolfram par le carbonate de chaux. Comme je n'ai pu trouver l'explication du rôle de ces sels solubles, je dois me borner à insister sur l'absolue nécessité de leur emploi pour assurer la complète décomposition du wolfram.

» Dans les conditions que je viens d'indiquer, la décomposition du wolfram s'obtient si facilement que cette réaction fournit un moyen commode, que j'ai mis à profit, pour étudier la composition du wolfram.

» Cette étude n'était pas inutile, car il est peu de minéraux dont la composition ait été aussi diversement interprétée. On a considéré, en effet, le wolfram, tantôt comme un tungstate de peroxydes de fer et de manganèse, tantôt comme un tungstate de protoxydes, et les opinions les plus contradictoires ont été émises sur le degré d'oxydation du tungstène contenu dans le wolfram.

» Les expériences que je vais rapporter me paraissent de nature à démontrer très-nettement la véritable composition du wolfram.

» J'ai calciné au rouge naissant, dans une atmosphère d'azote parfaitement pur et sec, un mélange de wolfram avec 30 pour 100 de chaux pure et 30 pour 100 de chlorure de sodium anhydre. Après la calcination, une partie de la matière a été traitée, à l'abri de l'air, par l'acide chlorhydrique bouillant. Sous l'action de l'acide, la précipitation de l'acide tungstique s'est

effectuée, et la dissolution des oxydes métalliques a eu lieu sans produire *aucun dégagement de chlore.*

» La solution acide des chlorures convenablement étendue d'eau et essayée avec les prussiates n'indiqua que des traces de peroxyde de fer pour une grande quantité de protoxyde. Ce peroxyde de fer provenait du wolfram natif; car j'ai reconnu sur les échantillons cristallisés, qui m'ont servi pour mes essais, de très-légers enduits de peroxyde de fer à la surface des parties clivables de ce minerai.

» Pour démontrer que le tungstène préexiste bien à l'état d'acide tungstique dans le wolfram et qu'il ne se forme pas ultérieurement par la réduction du perchlorure de fer, comme le supposait M. Margueritte, j'ai fondu le reste du mélange calciné avec du carbonate de soude anhydre et dans une atmosphère d'acide carbonique. En reprenant par l'eau la masse fondue et séparant par le filtre les oxydes de fer, de manganèse et le carbonate de chaux, j'ai obtenu une solution où l'acide chlorhydrique a déterminé la formation d'un précipité d'abord blanc, puis jaune d'acide tungstique.

» Enfin, comme contrôle de ces expériences, j'ai calciné à l'air, dans une capsule de platine, du wolfram avec de la chaux salée, et j'ai constaté une augmentation de poids qui correspondait exactement à la transformation des protoxydes en peroxydes. Ce mélange calciné à l'air ayant été ensuite traité par l'acide chlorhydrique a dégagé une quantité de chlore se rapportant au poids du protoxyde de manganèse, trouvé par l'analyse et transformé en peroxyde par la calcination à l'air.

» Les résultats fournis par ces expériences m'autorisent donc à conclure, avec M. Ebelmen, que le wolfram est bien un tungstate de protoxydes de fer et de manganèse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés nouveaux de l'anéthol.* Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai entrepris une étude nouvelle de l'essence d'anis. Voici quelques-uns des résultats auxquels je suis arrivé.

» 1. *Hydrure d'anéthol ou camphre anisique.* — L'essence d'anis vert de Russie, telle qu'elle est fournie par le commerce, soumise à plusieurs rectifications successives, fournit les $\frac{9}{10}$ d'un produit qui bout de 226 à 230 degrés et qui est l'anéthol pur. Pour transformer cet anéthol en aldéhyde anisique, on fait bouillir pendant une heure un mélange de 50 grammes

d'essence rectifiée et de 300 grammes d'acide azotique à 13 degrés B. Le produit de la réaction est lavé avec de l'eau d'abord, puis avec une solution étendue de soude. Le corps huileux ainsi obtenu et distillé à feu nu s'élève à 18 ou 20 pour 100 du poids de l'anéthol primitif : c'est un mélange d'aldéhyde anisique et de camphre anisique, à peu près par parties égales. On agite ce produit avec du bisulfite de soude, et on lave la combinaison cristalline ainsi obtenue avec un mélange d'alcool et d'éther jusqu'à ce qu'elle soit complétement blanche.

» La partie du corps huileux, qui ne s'est pas combinée au bisulfite, se retrouve dans le mélange d'alcool et d'éther qui a servi au lavage. En purifiant par distillation, on obtient facilement un produit qui a une odeur camphrée des plus prononcées et qui bout de 190 à 193 degrés : c'est le camphre anisique ou hydrure d'anéthol. Ce produit répond à des nombres voisins de la formule $C^{10}H^{16}O$.

» L'analyse donne, en centièmes,

	I.	II.	III.	IV.	Calculé $C^{10}H^{16}O$.
C.........	79,45	78,94	78,49	78,73	78,95
H.........	10,03	10,33	10,08	10,20	10,53

La formule $C^{10}H^{14}O$ exigerait $C = 80,00$, $H = 9,33$.

» L'hydrure d'anéthol est liquide et plus léger que l'eau. Oxydé avec le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, il donne naissance à un acide cristallisant en longues aiguilles qui fondent à 175 degrés et qui présentent les caractères de l'acide anisique. Avec l'acide chlorhydrique, il ne forme pas de combinaison définie, caractère qu'il partage avec le camphre ordinaire.

» L'équation suivante exprime la formation de l'aldéhyde anisique et du nouveau composé en proportions égales, conformément à l'expérience :

$$2\,C^{10}H^{12}O + 2H^2O + O = C^{10}H^{16}O + C^8H^8O^2 + C^2H^4O^2.$$

Il y aurait donc fixation d'eau dans l'acte de l'oxydation, ce qui n'est pas contraire aux analogies.

» 2. *Produits de condensation.* — On chauffe en vase clos, pendant dix-huit heures à 185 degrés, l'essence par fraction de 4 à 5 grammes avec de la potasse alcoolique pure à 10 degrés B. On distille l'alcool. Au résidu on ajoute un tiers d'eau et l'on extrait l'anéthol resté intact par l'éther. La solution aqueuse est traitée par de l'acide chlorhydrique pour précipiter les corps combinés à la potasse qui ensuite sont séparés par l'éther. On évapore

et l'on distille le résidu au contact avec les vapeurs d'eau. Le produit de condensation cristallisable passe dans le récipient, tandis que le deuxième produit de condensation reste au fond du ballon.

» Le premier produit est très-peu soluble dans l'eau chaude. Il se dissout facilement dans l'alcool, l'éther et la benzine, qui par évaporation le laissent déposer sous forme d'une huile lourde. Le seul moyen d'obtenir des cristaux parfaitement définis est de chauffer en vase clos dans un bain-marie pendant deux à trois heures en agitant souvent les tubes, afin de favoriser la solution. Les cristaux ne se déposent par refroidissement qu'au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, mais en petite quantité seulement. Ce sont des lamelles clinorhombiques, aplaties parallèlement à g', ayant la bissectrice des axes optiques perpendiculaire à g'. Le plan des axes fait avec l'axe du prisme un angle d'environ 20 degrés. Les cristaux fondent à 87 degrés. La composition de ce produit répond à la formule $C^{16}H^{18}O^{3}$, qui est celle de l'éther, de l'alcool anisique ou plutôt d'un isomère.

	I.	II.	III.	Calculé.
C.........	74,36	73,98	74,52	74,42
H.........	7,11	7,18	7,26	6,97

» L'éther acétique de ce corps s'obtient facilement en le chauffant avec de l'acide acétique anhydre pendant six heures à 100 degrés, etc. Le produit ainsi obtenu est visqueux et facilement décomposable par la chaleur. Il répond exactement à la formule $C^{20}H^{22}O^{5}$, qui serait celle de l'éther diacétique d'un diphénol.

	Trouvé.	Calculé.
C...........	70,00	70,17
H...........	6,58	6,43

» Nous avons vu que le premier produit est toujours accompagné d'un corps résineux, qui, dans les conditions les plus favorables à la formation du produit cristallisable, s'élève à la moitié de la masse totale, et qui, en prolongeant la durée de la réaction et surtout en augmentant la concentration de la potasse alcoolique, peut être le seul produit de la réaction. Ce corps est très-cassant, il fond vers 65 degrés. Sa composition répond à la formule $C^{14}H^{16}O^{2}$.

	I.	II.	Calculé.
C...........	78,30	77,86	77,80
H...........	7,73	7,99	7,40

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'émétine*. Mémoire de M. **A. Glénard**, présenté par M. Wurtz. (Extrait par l'auteur.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sous ce titre est la première partie d'un travail que j'ai entrepris sur l'alcaloïde de l'ipécacuanha. Les principaux résultats des recherches exposées dans ce Mémoire peuvent se résumer dans les paragraphes suivants :

§ I. — *Nouveau procédé d'extraction de l'émétine.*

» Ce procédé est basé sur l'emploi combiné de la chaux et de l'éther. Il consiste à traiter par l'éther un mélange convenablement préparé de poudre ou d'extrait d'ipécacuanha et de chaux, ou le précipité obtenu en ajoutant un excès de chaux à une dissolution provenant du traitement à froid de l'ipécacuanha par de l'eau acidulée par l'acide sulfurique. Ces mélanges ainsi que ce précipité, lavés à l'éther, cèdent à ce dissolvant tout l'alcaloïde qu'ils contiennent.

» Pour retirer l'alcaloïde de sa solution éthérée, il suffit de distiller celle-ci à sec et de reprendre le résidu par de l'eau acidulée, ou bien d'agiter cette solution avec de l'eau acidulée. On obtient ainsi un liquide aqueux plus ou moins acide qui, par l'addition de l'ammoniaque, livre une émétine à peine colorée et beaucoup plus pure que celle que donnent les procédés ordinairement employés.

§ II. — *Préparation du chlorhydrate d'émétine cristallisé et de l'émétine pure.*

» En employant de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique pour retirer l'émétine de l'éther, on obtient une solution acide qui, concentrée convenablement par l'évaporation, se prend en une masse solide cristalline presque incolore. Cette masse est formée d'aiguilles extrêmement fines, réunies en faisceaux qui rayonnent autour d'un point central et produisent comme de petites sphères à surface bosselée ayant l'aspect d'une mûre. En comprimant ces cristaux dans un linge, on en fait écouler l'eau mère plus ou moins colorée, et le gâteau restant, redissous dans l'eau, donne une solution incolore qu'on peut amener facilement à cristalliser de nouveau, et d'où l'on retire du chlorhydrate d'émétine tout à fait pur.

» La production de ce chlorhydrate cristallisé mérite de fixer l'attention, car elle ne s'accorde pas avec le dire des auteurs, qui tous considèrent l'émétine comme incapable de former des sels cristallisables. Elle est surtout intéressante en ceci, qu'elle donne un moyen commode et sûr

pour obtenir de l'émétine parfaitement pure. Il suffit, en effet, de précipiter une solution de ce chlorhydrate par un alcali. Mais une observation importante doit être faite à ce sujet : c'est que l'ammoniaque ne précipite pas toute l'émétine du chlorhydrate, et qu'elle en précipite d'autant moins que ce sel est plus acide. Cela vient de ce que l'émétine est soluble dans le sel ammoniac. J'ai constaté que ce fait était le résultat d'une action décomposante exercée par l'émétine sur le sel ammoniac; les deux expériences suivantes suffisent pour démontrer le phénomène de décomposition. Qu'on mette un peu d'émétine sèche en poudre dans un verre contenant une solution de sel ammoniac, on verra la poudre s'agglomérer et se transformer en une masse molle, résinoïde; en même temps on pourra constater le dégagement d'ammoniaque, puis on remarquera que peu à peu la masse résinoïde subit une sorte de métamorphisme et qu'elle se change en une masse blanche et cristalline. Qu'on délaye de l'émétine en poudre dans l'eau, qu'on y ajoute peu à peu une solution de sel ammoniac, l'émétine se dissoudra, et, si l'on évapore la solution, on obtiendra des cristaux de chlorhydrate double d'émétine et d'ammoniaque.

» La décomposition du sel ammoniac par un alcali organique ne me paraît pas avoir été observée jusqu'ici; je ne crois cependant pas l'émétine seule capable de la produire : j'ai constaté, en effet, que la quinine, dans les mêmes conditions, se comportait de même.

§ III. — *Composition de l'émétine et du chlorhydrate d'émétine.*

» Ces substances, desséchées à 110 degrés, ont donné à l'analyse des résultats par suite desquels leur composition centésimale doit être représentée ainsi qu'il suit :

	Émétine.	Chlorhydrate d'émétine.
Carbone	72,25	63,00
Hydrogène	8,61	8,15
Azote	5,36	4,75
Oxygène	13,78	11,64
Chlore	»	12,46

» Voici, en équivalents, les formules auxquelles conduisent ces données analytiques (1) :

$$\underbrace{C^{30}H^{22}AzO^{4}}_{\text{Émétine.}} - \underbrace{C^{30}H^{22}AzO^{4},\ HCl.}_{\text{Chlorhydrate d'émétine.}} »$$

(1) $C = 6$, $O = 8$.

PATHOLOGIE. — *Des signes ophthalmoscopiques différentiels de la commotion et de la contusion du cerveau.* Mémoire de M. **Bouchut.** (Extrait par l'auteur.)

« Toutes les fois qu'un sujet tombé sur la tête a perdu connaissance et semble paralysé, il y a toujours à se demander si ce n'est là qu'un étourdissement passager, dû à la commotion du cerveau, ou bien, au contraire, s'il y a contusion de la substance nerveuse ou compression de cette substance par un épanchement sanguin ou séreux.

» L'ophtalmoscope, que j'ai employé pour la première fois en 1865, pour éclairer ce diagnostic, donne les résultats les plus importants.

» S'il n'y a que commotion du cerveau, le nerf optique conserve sa forme, sa netteté et ses couleurs habituelles, et les veines rétiniennes, ainsi que la rétine, ne présentent aucune modification.

» S'il y a contusion du cerveau, avec ou sans inflammation consécutive, ou bien s'il y a épanchement séreux ou sanguin, avec ou sans fracture du crâne, le nerf optique et la rétine sont malades; le nerf optique est gonflé, paraît aplati, d'un rose uniforme, parfois plus vasculaire; ses contours sont moins nets, et il est le siége d'une suffusion séreuse, partielle ou générale, qui s'étend à la rétine voisine sous forme de teinte opaline transparente, qui voile plus ou moins le bord pupillaire.

» Les artères diminuent quelquefois de volume, si la suffusion a gagné la gaîne du nerf optique, et les veines rétiniennes plus ou moins dilatées indiquent par la gêne de leur circulation une gêne semblable dans la circulation du crâne. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Des causes de la coagulation spontanée du sang à son issue de l'organisme.* Note de M. F. **Glénard**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Lorsque sur un animal vivant (Solipèdes, Ruminants, etc.) on enlève un segment artériel ou veineux plein de sang et qu'on le conserve à l'air, le sang ne s'y coagule pas, quelle que soit la capacité du segment. Après un temps variable, en relation avec le volume du vaisseau et la masse du sang conservé, le segment sèche au point d'offrir la consistance de la corne. Si, à cet état, on reprend le sang ainsi transformé par la dessiccation en une masse céreuse ou même pulvérulente, et qu'on le désagrége dans l'eau, il s'y dissout, et cette solution est susceptible de se coaguler spontanément en masse, même après filtration.

» Le retard de la coagulation spontanée est en raison directe de la concentration du sang; dans l'expérience précédente, si l'on s'oppose à l'évaporation, le sang se coagule spontanément dans son segment, mais ce n'est qu'au bout de douze à quinze heures après issue de l'animal, et non après cinq à dix minutes, comme lorsqu'on le reçoit dans la palette.

» La coagulation du sang de la saignée dans la palette est causée par le contact du corps étranger.

» La seule expérience, en effet, dans laquelle on voit constamment le sang issu de l'organisme se maintenir fluide pendant douze heures au moins, sans l'intervention d'agents physiques ou chimiques artificiels (comme le froid ou les solutions alcalines), est celle qui consiste à le garantir du contact des corps étrangers.

» L'influence coagulatrice du contact des corps étrangers est d'autant moins grande que, par leur structure *physique*, ces corps étrangers se rapprochent davantage de la structure *physique* des vaisseaux.

» A part le contact des corps étrangers, aucune des conditions nouvelles au milieu desquelles se trouve le sang à son issue de l'organisme n'est capable, par elle-même ou par sa combinaison avec les autres, de déterminer la coagulation. La coagulation, pas plus que la fluidité du sang, ne sont dues normalement à une intervention gazeuse de nature chimique par défaut ou par excès.

» Le sang renfermé dans son segment et isolé de l'animal peut être imprégné d'acide carbonique, d'oxygène, même d'acide sulfhydrique, sans se coaguler, sans perdre sa coagulabilité qu'il manifestera lorsqu'on videra le sang dans la palette (contact étranger).

» Le sang conservé dans son segment est révivifiant tant qu'il est fluide, et du sang de bœuf peut, sept heures après son issue de l'organisme, être appliqué avec succès à une transfusion chez un chien saigné à blanc.

» Le sang est vivant tant qu'il est coagulable spontanément. La coagulation est la mort du sang. La coagulabilité est enrayée, mais non détruite, par la concentration du sang, de même que les manifestations de la vie sont suspendues par la dessiccation, chez les Tardigrades et les Rotifères; dans les deux cas, l'addition d'eau restituera les conditions physico-chimiques nécessaires aux uns pour faire acte de vie, à l'autre pour se coaguler spontanément (1). »

---

(1) Voir aussi *Thèses de Paris*, 1er mars n° 50; *Contribution à l'étude des causes de la coagulation spontanée du sang à son issue de l'organisme*, par Frantz Glénard.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'orage de grêle qui a éclaté sur Genève et la vallée du Rhône dans la nuit du 7 au 8 juillet.* Note de M. **Colladon.**

« Deux orages de grêle, d'une extrême violence, accompagnés de phénomènes électriques, d'une intensité extraordinaire, ont dévasté quelques localités en Suisse dans la nuit du 7 au 8 juillet.

» Ces deux orages ont sévi la même nuit, presque au même moment, sur trois villes, Genève, Lucerne et Zurich, qui toutes les trois sont à l'extrémité d'un grand lac, à la sortie d'un fleuve ou d'une grande rivière. La distance en droite ligne entre Genève et Lucerne est de 180 kilomètres, et entre Genève et Zurich de 211 kilomètres; la direction est à fort peu près sud-est, nord-ouest.

» La tempête qui a éclaté sur la vallée du Rhône, sur Genève et quelques communes du département de l'Ain et de la haute Savoie, a été complétement distincte de celle qui éclatait au même moment sur Lucerne, Zurich et une partie du canton d'Argovie. Les autres particularités concernant ces derniers orages ne m'étant pas connues, je me bornerai à quelques faits observés à Genève et dans les environs.

« L'orage qui s'est déchaîné sur Genève et sur quelques communes de l'Ain et de la Savoie avait suivi la vallée du Rhône, dont la direction de Lyon à Genève est assez exactement de l'ouest à l'est. Dès 10 heures du soir, un nuage orageux se prolongeait dans cette direction aussi loin que la vue pouvait s'étendre, et à l'extrémité ouest on apercevait des éclairs incessants. De 11 heures à minuit, le centre de ces éclairs se rapprochait du lac Léman.

» D'autres orages électriques, beaucoup moins intenses, coexistaient avec celui qui remontait la vallée du Rhône, les uns suivant la crête du Jura au-dessus de Gex, et les autres les montagnes de la Savoie voisine de la vallée du Léman et de la rivière d'Arve.

» La forte colonne de grêle est arrivée de Châtillon-de-Michaille, département de l'Ain; elle s'est dirigée de l'ouest à l'est vers le lac, le long du cours du Rhône. La longueur de cette colonne était de 6 à 8 kilomètres. Elle a atteint Châtillon à $11^{h}30^{m}$ et la ville de Genève un peu après minuit et quart; là elle s'est élargie et s'est dirigée vers la Savoie et le bas Valais, en passant par-dessus des sommités élevées de 1000 à 2000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Sur tout son parcours, les récoltes sur pied ont été à peu près détruites. La grosseur des grêlons variait de 10 à 30 millimètres; pour le plus grand diamètre jusqu'à 60 et même 100 millimètres;

pour plusieurs, le poids, six heures après leur chute, dépassait 300 grammes.

» Tous ces grêlons avaient pour centre un noyau de grésil variant de 5 à 10 millimètres de diamètre. Ce noyau était enveloppé de quelques couches concentriques, alternativement transparentes et opaques; on en comptait en moyenne six ou huit, les deux dernières étant notablement plus épaisses, la dernière opaque et mamelonnée. Les gros grêlons, pour la plupart, étaient aplatis. On les a comparés en plusieurs endroits à des tranches de citron, et ces grêlons, plats ou lenticulaires, ne provenaient évidemment pas de gros grêlons brisés.

» Le confluent de l'Arve et du Rhône paraît avoir exercé quelque influence sur l'intensité des phénomènes électriques et, par suite, sur la grosseur des grêlons. C'est le long de l'Arve et près de ses rives que les phénomènes les plus intenses de phosphorescence électrique ont été remarqués à la surface du sol, au commencement de l'orage et avant la pluie et la grêle. C'est le long de l'Arve, à Carouge, Pinchat, Sierne, Gaillard, Annemasse et Monthoux, que des centaines de milliers de tuiles ont été brisées, les murs mitraillés, l'écorce des arbres fortement attaquée du côté ouest, et des fragments de tuiles ou de bois brisés transportés au loin. A Annemasse (Savoie), un contrevent plein a été percé et l'on dit avoir trouvé des grêlons pesant plus d'un demi-kilogramme.

» La zone dévastée parallèle à l'Arve ne suit pas ses détours, mais elle franchit presque en ligne droite les promontoires, en suivant la direction générale de la rivière.

» Les phénomènes électriques étaient très-remarquables sur les parties centrales du nuage à grêle; les éclairs se succédaient avec une telle rapidité, depuis minuit à 1 heure et quelques minutes, que l'on comptait en moyenne 2 à 3 éclairs par seconde, ce qui ferait 8000 à 10000 par heure.

» Dans ces grands orages électriques, ainsi que je l'ai signalé dans un Mémoire publié en 1871, il est indispensable d'admettre *a priori* que la colonne des nuées orageuses se meut avec une vitesse très-différente de celle des couches d'air immédiatement supérieures, ou qu'un énorme afflux d'air se produit sur toute leur superficie la plus élevée, car sans l'une ou l'autre de ces deux hypothèses on ne saurait où trouver la source de cet immense flux électrique.

» Des phénomènes intenses de phosphorescence électrique ont été remarqués avant et pendant la grêle : sur le sol, sur des animaux, sur des objets saillants, les grêlons étaient aussi phosphorescents.

» Une odeur d'ozone très-violente a été remarquée immédiatement

après la grêle ; pour la plupart des observateurs, cette odeur était comparée à celle de l'ail.

» Les cas de chute de foudre ont été remarquablement rares ; les décharges électriques incessantes se faisaient d'un nuage supérieur à des nuages immédiatement inférieurs d'où tombait la grêle, et l'on n'entendait que de très-rares détonations. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur des nuages de glace observés dans une ascension aérostatique le 4 juillet.* Note de M. **W. DE FONVIELLE.**

« Le 4 juillet, à 6h10m du soir, moment où l'aérostat la *Ville-de-Calais*, dirigé par M. Duruof, a quitté terre, le ciel était couvert d'un nuage qu'aucun signe ne distinguait des nimbus ordinaires.

» A 300 mètres, l'aérostat entrait dans une brume épaisse dont il sortait à 400. Au-dessus tombait de l'eau en grosses gouttes, mais à 5h55m, par une altitude de 3450 mètres, il tombait des aiguilles de glace beaucoup plus longues que celles que nous avions rencontrées ensemble dans notre ascension de la fin de mai, et de la neige en boule fine serrée comme on en voit dans les jours très-froids de l'hiver. Le nuage s'étendant dans toutes les directions donnait la sensation d'une brume homogène analogue à celle que l'on observe quelquefois en plein mois de janvier, lorsque la neige tombe sans interruption.

» A 7 heures le ballon descend; on est à 3300 mètres : un sac de lest est jeté, et le ballon remonte à 3550 mètres. La banderolle aux couleurs nationales se couvre de givre, surtout le bleu et le blanc. L'eau qui s'égoutte se prend en longues stalactites pendant aux cordes de suspension et au filet, montrant comment s'agglutinent les énormes grêlons du genre de ceux dont la chute a été constatée quelques jours après. En descendant à 2800 mètres, la neige a cessé pour se changer en pluie d'une extrême abondance.

» L'atterrissage s'est opéré à 8h10m sur la commune d'Erceville, à 93 kilomètres au sud-sud-ouest de Paris. La vitesse moyenne est loin de répondre à celle du vent qui soufflait à terre tant au moment du départ qu'à l'arrivée ; le mouvement du banc de neige était en effet autre que celui de l'air inférieur, car la neige arrivait de côté en fouettant la nacelle avec une certaine force et dans une direction qui n'a pu être déterminée.

» Je demanderai la permission de rapprocher cette ascension des nombreuses observations de halos tant lunaires que solaires, faites avant ou

après le grand orage du 8 juin et des chutes de neige constatées par M. le général Nansouty au Pic du Midi, avant l'orage du 7 juillet. »

M. **Maumené** adresse deux réclamations de priorité relatives à des Communications de M. Ditte et de M. Bert.

1° Dans la séance du 3 mai (*Comptes rendus*, p. 1164), M. Ditte a donné les résultats d'un travail sur l'hydrate d'azotate de soude. Après avoir cité les nombres irréguliers de Marx pour la solubilité de l'azotate, ce chimiste donne des nombres obtenus dans ses propres expériences. J'ai moi-même rectifié les nombres de Marx et donné une Table de solubilité peu différente de celle de M. Ditte (voir *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 81, 1864).

2° Dans la dernière séance, M. P. Bert a communiqué un important travail sur l'influence de l'oxygène à forte tension contre les fermentations proprement dites. L'un des faits les plus saillants est la conservation du vin dans l'oxygène à 15 atmosphères, où « *la richesse en alcool et en acide acé-* » *tique ne varie pas* », etc.

J'ai fait connaître ces importants résultats dans l'année 1861 (*Comptes rendus*, t. LVII, p. 957, et *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXIII, p. 98), avec des détails si précis et si concluants, que j'ai proposé ce vin chargé d'oxygène pour les usages de la Médecine. L'ozone même n'a pas produit d'altération.

M. **Maumené** adresse en même temps les deux observations suivantes :

Action de l'ozone sur les jus sucrés. — 1 litre de jus de betterave peut absorber l'ozone de plusieurs litres d'oxygène ozoné (à 35 ou 36 milligrammes par litre) sans altération du sucre : l'odeur de l'ozone disparaît immédiatement, et la couleur du jus paraît seule détruite; quand l'odeur se conserve, le sucre commence à être rapidement inverti.

Action des sels acides sur le sucre. — Les sels acides, notamment les bisulfates, n'ont presque pas d'action pour invertir le sucre. Des dissolutions bouillant à feu nu ne présentent pas d'inversions sensiblement plus rapides que les dissolutions *aqueuses* pures. La moindre trace d'acide en excès produit l'inversion en quelques minutes. Les masses cuites qui conservent de la chaux, et, par suite, de la potasse et de la soude libre, peuvent recevoir assez d'acide sulfurique pour changer les alcalis en bisulfates sans éprouver une inversion rapide. Une trace d'acide en excès rend

l'inversion immédiate. Il est facile de voir comment les cuites acides de M. Margueritte peuvent offrir une résistance à l'inversion qui a d'abord causé de la surprise.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie, par l'organe de son doyen, M. *Liouville*, présente la liste suivante de candidats pour la place vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Mathieu* :

En première ligne.	M. MOUCHEZ.
En deuxième ligne.	M. WOLF.
En troisième ligne, ex æquo. .	M. STÉPHAN. M. TISSERAND.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

ERRATA.

(Séance du 5 juillet 1875.)

Page 35, ligne 17, année 1846, *au lieu de* 266, *lisez* 259.